

**PENGEMBANGAN *MOCK-UP* MITOSIS & MEIOSIS
MENGUNAKAN “LEGO MINISSET” SEBAGAI
PENDUKUNG PEMBELAJARAN BIOLOGI UMUM
DI UIN WALISONGO SEMARANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Biologi



Oleh :
Joko Budi Santoso
NIM : 1403086024

**PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2018**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : **Joko Budi Santoso**
NIM : 1403086024
Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGEMBANGAN *MOCK-UP* MITOSIS & MEIOSIS MENGGUNAKAN
"LEGO MINISSET" SEBAGAI PENDUKUNG PEMBELAJARAN
BIOLOGI UMUM DI UIN WALISONGO SEMARANG**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/ karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 31 Januari 2019




Joko Budi Santoso
NIM. 1403086024



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus 2 Ngaliyan Semarang 50185
(024) 76433366

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Pengembangan *Mock-Up* Mitosis & Meiosis
Menggunakan “Lego Miniset” Sebagai
Pendukung Pembelajaran Biologi Umum Di
UIN Walisongo Semarang**

Penulis : **Joko Budi Santoso**

NIM : 1403086024

Program Studi : Pendidikan Biologi

Telah diujikan dalam sidang *munaqasyah* oleh Dewan Penguji Fakultas
Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah
satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Biologi.

Semarang, 31 Januari 2019

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Siti Mukhlishoh S., M. Si

NIP : 19761117 200912 2 001

Penguji III,

Drs. Listyono, M. Pd

NIP : 19691016 200801 1 008

Pembimbing I,

Siti Mukhlishoh S., M. Si

NIP : 19761117 200912 2 001

Penguji II,

Nur Khasanah, M. Kes

NIP : 19751113 200501 2 001

Penguji IV,

Dra. Miswari, M. Ag

NIP : 19690418 199503 2 002

Pembimbing II,

Nur Hayati, M. Si

NIP : 19771125 200912 2 001

NOTA DINAS

Semarang, 31 Januari 2019

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Pengembangan *Mock-Up* Mitosis & Meiosis Menggunakan "Lego Miniset" Sebagai Pendukung Pembelajaran Biologi Umum Di UIN Walisongo Semarang**

Penulis : **Joko Budi Santoso**

NIM : 1403086024

Program Studi : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqsyah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I,



Siti Mukhlisah S., M. Si

NIP : 19761117 200912 2 001

NOTA DINAS

Semarang, 31 Januari 2019

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Pengembangan *Mock-Up* Mitosis & Meiosis Menggunakan "Lego Miniset" Sebagai Pendukung Pembelajaran Biologi Umum Di UIN Walisongo Semarang**

Penulis : **Joko Budi Santoso**

NIM : 1403086024

Program Studi : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqsyah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II,



Nur Hayati, M. Si

NIP : 19771125 200912 2 001

ABSTRAK

Judul : **Pengembangan *Mock-Up* Mitosis & Meiosis Menggunakan “Lego Miniset” Sebagai Pendukung Pembelajaran Biologi Umum Di UIN Walisongo Semarang**

Penulis : **Joko Budi Santoso**

NIM : 1403086024

Program Studi : Pendidikan Biologi

Materi mitosis dan meiosis dipandang sebagai materi yang bersifat abstrak dan secara konseptual sulit bagi peserta didik. Hal ini merisaukan pendidik dikarenakan materi mitosis dan meiosis sangat fundamental untuk mempelajari konsep berikutnya seperti pertumbuhan, reproduksi dan genetika. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendiskripsikan karakteristik desain *mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan “lego miniset” serta mengukur kelayakan *mock-up* mitosis dan meiosis sebagai pendukung pembelajaran biologi umum di UIN Walisongo Semarang. Jenis penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (*Analyse, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Hasil penelitian menunjukkan Karakteristik desain *mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan “lego miniset” sebagai pendukung pembelajaran biologi umum di UIN Walisongo Semarang adalah sebagai berikut; *Mock-up* kromatin (pita warna), *Mock-up* kromosom (lego miniset), *Mock-up* sentrosom (pipa T dan benang wol), dan *Mock-up* sel (kertas albatros). Perbedaan material genetik parental dianalogikan oleh empat warna yaitu: merah - kuning (maternal), biru - hijau (paternal). *Mock-up* didesain untuk mensimulasikan materi mitosis dan meiosis dengan bantuan buku petunjuk penggunaan. Media pembelajaran *mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan “lego miniset” layak digunakan berdasarkan pada validasi para ahli, dosen biologi umum dan tanggapan peserta didik. Persentase kelayakan ahli materi sebesar 87%, ahli media sebesar 89%, dosen biologi umum sebesar 96% serta tanggapan peserta didik sebesar 88%.

Kata Kunci: *Mock-up, Mitosis, Meiosis, Lego Miniset.*

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor : 158/1987 dan Nomor : 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	G
ج	J	ف	F
ح	h}	ق	Q
خ	Kh	ك	K
د	D	ل	L
ذ	z\	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	هـ	H
ش	sy	ء	'
ص	s}	ي	Y
ض	d}		

Bacaan Madd :

a > = a panjang

i > = i panjang

u > = u panjang

Bacaan Diftong :

au = اَوْ

ai = اَيُّ

iy = اِيُّ

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, taufiq, hidayah serta inayah-Nya kepada peneliti sehingga peneliti mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengembangan *Mock-Up* Mitosis & Meiosis Menggunakan “Lego Miniset” Sebagai Pendukung Pembelajaran Biologi Umum Di UIN Walisongo Semarang**”. Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Sholawat serta salam peneliti haturkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW. yang telah membawa umat Islam dari zaman jahiliyyah menuju zaman Islamiyyah.

Ucapan terimakasih peneliti sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, motivasi, do’a, dan bantuan yang sangat berharga bagi peneliti sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Rasa hormat dan terima kasih yang mendalam peneliti haturkan kepada:

1. Prof. Dr. H. Muhibbin, M. Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ruswan, M. A., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Siti Mukhlisoh Setyawati, M. Si. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
4. Nadhifah, M. Si. dan Nur Hayati, M. Si. selaku dosen wali yang telah memberikan nasihat dan arahan selama perkuliahan dan perwalian.
5. Siti Mukhlisoh Setyawati, M. Si. selaku dosen pembimbing I dan Nur Hayati, M. Si. selaku dosen pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta dengan sabar memberikan bimbingan, masukan, dan koreksi dalam proses bimbingan penyusunan skripsi ini.
6. Segenap dosen, pegawai, dan seluruh civitas akademika di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, khususnya dosen jurusan Pendidikan Biologi yang

telah memberikan ilmu pengetahuan, bimbingan, dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.

7. Arnia Sari M, M. Sc. dan Rohma Istiana, M. Si selaku validator materi dalam penilaian *Mock-Up* Mitosis & Meiosis Menggunakan "Lego Miniset".
8. Drs. Listiyono, M. Pd. dan M. Izzatul Faqih, M. Pd. selaku validator media dalam penilaian *Mock-Up* Mitosis & Meiosis Menggunakan "Lego Miniset".
9. Mirtaati Na'ima, M. Sc. dan Tara Puri Ducha R, M. Sc. selaku dosen biologi umum UIN Walisongo Semarang yang telah mendampingi peneliti selama kegiatan penelitian berlangsung, serta mahasiswa Pendidikan Biologi Semester 1 angkatan 2018 A dan B yang telah bersedia dengan senang hati membantu penelitian peneliti.
10. Orang tua tercinta Bapak Tumijan dan Ibu Suriyah yang telah memberikan segalanya kepada peneliti yang tidak dapat tergantikan dengan apapun, memberikan dukungan baik moral maupun materi, serta do'a dan kasih sayang yang tulus tak terhingga.
11. Saudaraku Yeni Lestari dan Tri Wahyu Imam Santoso, serta keluarga besar Bani Muhromin yang selalu memotivasi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Partner setiaiku Savitri yang selalu mendampingi dan menemani peneliti, memberikan motivasi, do'a, semangat, bantuan, dan dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini.
13. Rekan-rekan dari keluarga Pendidikan Biologi khususnya angkatan 2014 kelas A yang telah memberikan motivasi dan kontribusi pengetahuan dalam penelitian skripsi.
14. Teman-teman laki-laki PB 2014 A, Ikmal, Faisal, Gilang, Misbah, Azza, dan Kafa yang telah memberikan dukungan, do'a, kenangan terindah serta pelajaran berharga.
15. Rekan-rekan PPL SMA N 4 Semarang dan KKN MIT V Posko 21 Goa Kreo Kandri Gunungpati Semarang yang telah memberikan kenangan terindah dan pengalaman berharga dalam kebersamaan.

16. Keluarga besar PP. Al-Iman Jl. Pelem Kweni Ngaliyan yang telah memberi do'a, semangat, bimbingan, pengarahan, dukungan, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.
17. Semua pihak yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Semoga Allah SWT. senantiasa membalas kebaikan yang telah dilakukan. Peneliti menyadari bahwa penelitian skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat peneliti harapkan guna perbaikan dan penyempurnaan skripsi di masa mendatang. Peneliti berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, pembaca, dan masyarakat luas. Aamiin.

Semarang, 31 Januari 2019

Peneliti,

Joko Budi Santoso

NIM. 1403086024

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK.....	vi
TRANSLITERASI.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii

BAB I: PENDAHULUAN

A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
E. Spesifikasi Produk.....	8
F. Asumsi Pengembangan.....	12

BAB II: LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori.....	13
1. Pengembangan Media Pembelajaran <i>Mock-up</i>	13
a. Pengertian Media Pembelajaran.....	13
b. Fungsi Media Pembelajaran.....	14
c. <i>Mock-up</i>	14
d. Pengembangan Media Pembelajaran	15
2. “Lego Miniset” atau “Lego Roket”	15
3. Materi Mitosis dan Meiosis	17
a. Siklus Sel	17
b. Mitosis	18
c. Meiosis	20

d. Mitosis dan Meiosis dalam Perspektif Al-Qur'an	23
4. Media Pembelajaran Mitosis dan Meiosis Di Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang	28
B. Kajian Pustaka	29
C. Kerangka Berpikir	36

BAB III: METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan	37
B. Prosedur Pengembangan	37
1. <i>Analysis</i> (Analisis Kebutuhan)	38
2. <i>Design</i> (Desain Produk)	39
3. <i>Develop</i> (Pengembangan Produk)	40
4. <i>Implement</i> (Pelaksanaan)	41
5. <i>Evaluate</i> (Evaluasi)	41
C. Tempat dan Waktu Penelitian	42
D. Subjek Penelitian	42
E. Teknik Pengumpulan Data	43
F. Teknik Analisis Data	48

BAB IV: DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA

A. Deskripsi Prototipe Produk	51
1. <i>Analyze</i> (Analisis Kebutuhan)	52
2. <i>Design</i> (Desain Produk)	60
3. <i>Develop</i> (Pengembangan Produk)	82
4. <i>Implement</i> (Pelaksanaan)	92
5. <i>Evaluate</i> (Evaluasi)	94
B. Hasil Uji Lapangan	95
C. Analisis Data	98
1. Karakteristik Mock-up Mitosis dan Meiosis	99
2. Uji Kelayakan	102
D. Prototipe Hasil Pengembangan	108

BAB V: PENUTUP

A. Kesimpulan	113
B. Saran	114

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel3.1	Skala <i>Likert</i> Pernyataan Positif	45
Tabel3.2	Interpretasi Skor dalam Penilaian Kelayakan Media	49
Tabel 4.1	Konsep dan Analogi Kromatin	62
Tabel 4.2	Konsep dan Analogi Kromosom dan Kromatid Rekombinan	64
Tabel 4.3	Konsep dan Analogi Sentrosom	67
Tabel 4.4	Konsep dan Analogi Sel Eukariot	68
Tabel 4.5	Desain Simulasi dan Konsep tahapan	71
Tabel 4.6	Indikator Kemampuan Akhir	79
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Angket Validasi Materi	84
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Angket Validasi Media	86
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Angket Dosen Biologi Umum	90
Tabel 4.10	Alokasi Waktu Implementasi	92
Tabel 4.11	Hasil perhitungan tanggapan peserta didik	95
Tabel 4.12	Hasil evaluasi pembelajaran	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	“Lego miniset”	17
Gambar 2.2	Siklus sel	18
Gambar 2.3	Tahapan Mitosis	19
Gambar 2.4	Tahapan Meiosis	21
Gambar 2.5	Skema kerangka berfikir	36
Gambar 3.1	Skema model ADDIE	38
Gambar 4.1	Grafik analisis penguasaan materi Mitosis dan Meiosis	53
Gambar 4.2	Analisis metode	55
Gambar 4.3	Analisis media	56
Gambar 4.4	Skema desain media	61
Gambar 4.5	Desain kromatin awal	63
Gambar 4.6	Karakter fenotipe	63
Gambar 4.7	<i>Mock-up</i> kromatin awal	64
Gambar 4.8	Desain kromosom awal	66
Gambar 4.9	Desain kromatid rekombinan awal	66
Gambar 4.10	<i>Mock-up</i> kromosom awal	66
Gambar 4.11	<i>Mock-up</i> kromatid rekombinan awal	67
Gambar 4.12	Desain sentrosom awal	68
Gambar 4.13	<i>Mock-up</i> sentrosom awal	68
Gambar 4.14	Desain sel eukariot awal	69

Gambar 4.15	<i>Mock-up</i> sel eukariot awal	70
-------------	----------------------------------	----

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 4.16	Desain dan petunjuk penggunaan Media awal	78
Gambar 4.17	Media masukan dari dosen pembimbing	82
Gambar 4.18	Perbaikan konsep pindah silang	84
Gambar 4.19	Perbaikan Indikator	87
Gambar 4.20	Penambahan Nilai Islam	88
Gambar 4.21	Perbaikanalel P	88
Gambar 4.22	Perbaikan nomor benang mikrotubulus	89
Gambar 4.23	Perbaikan <i>mock-up</i> kromatin	91
Gambar 4.24	Grafik validasi uji kelayakan	104
Gambar 4.25	Grafik tanggapan peserta didik	106
Gambar 4.26	Grafik hasil evaluasi pembelajaran	107
Gambar 4.27	Gambar akhir media	108

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1: SuratPenunjukan Dosen Pembimbing
- Lampiran 2: SuratIzin Pra Riset
- Lampiran 3: Surat IzinRiset
- Lampiran 4: Kisi-Kisi dan Hasil Angket Terbuka Kebutuhan
Mahasiswa
- Lampiran 5: Instrumen Penilaian Media oleh Ahli Materi
- Lampiran 6: Instrumen Penilaian Media oleh Ahli Media
- Lampiran 7: Instrumen Penilaian Media oleh Dosen Genetika
- Lampiran 8: Instrumen Tanggapan Peserta Didik Terhadap Media
- Lampiran 9: Surat Penunjukan Validator Ahli oleh Ketua Jurusan
Pendidikan Biologi
- Lampiran 10: Hasil Angket Validasi Ahli Materi
- Lampiran 11: Analisis Hasil Angket Validasi Ahli Materi
- Lampiran 12: Hasil Angket Validasi Ahli Media
- Lampiran 13: Analisis Hasil Angket Validasi Ahli Media
- Lampiran 14: Hasil Angket Validasi Dosen Genetika
- Lampiran 15: Analisis Hasil Angket Validasi Dosen Genetika
- Lampiran 16: Hasil Angket Tanggapan Peserta Didik
- Lampiran 17: Analisis Hasil Angket Tanggapan Peserta Didik
- Lampiran 18: Instrumen Evaluasi Peserta Didik
- Lampiran 19: Hasil Evaluasi Peserta Didik
- Lampiran 20: Analisis Hasil Evaluasi Peserta Didik
- Lampiran 21: Catatan bimbingan media dengan dosen pembimbing

Lampiran 22: Dokumentasi Penelitian

Lampiran 23: Buku petunjuk penggunaan media simulasi mitosis dan meiosis

Lampiran 24: RPS Biologi Umum

RIWAYAT HIDUP

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Materi mitosis dan meiosis dipandang sebagai materi yang bersifat abstrak dan dapat menimbulkan miskonsepsi kepada peserta didik. Berdasarkan penelitian Smith, beberapa kesalahan konsep yang terjadi pada peserta didik adalah 3 pokok berikut; duplikasi kromosom, pasangan kromosom, dan pemisahan kromosom (dikutip dalam Chinnici, Neth & Sherman, 2006). Proses dari mitosis dan meiosis secara konseptual sulit bagi peserta didik. Hal ini merisaukan pendidik karena proses mitosis dan meiosis ini sangat fundamental untuk mempelajari konsep berikutnya seperti pertumbuhan, reproduksi dan umum (Cordero & Szwezcak dalam Clark & Mathis, 2000).

Lebih dari 90% mahasiswa (n=65) pendidikan biologi semester satu UIN Walisongo Semarang tahun ajaran 2018/2019, tidak dapat mengingat detail tiap tahap pembelahan mitosis (58 mahasiswa) dan tiap tahapan meiosis (60 mahasiswa). Berdasarkan kuesioner yang telah dibagikan pada tanggal 4 Desember 2018 tersebut, diketahui bahwa 100% dari responden telah mempelajari materi mitosis dan meiosis di SLTA. Sebagian besar mahasiswa (>50%) dapat membedakan banyaknya pembelahan pada mitosis dan meiosis (35 mahasiswa) serta membedakan jumlah hasil anaknya (33 mahasiswa). Akan tetapi

hanya sebagian kecil yang dapat mengingat nama tiap tahapan mitosis dan meiosis yaitu sejumlah 8 mahasiswa (12%).

Kuesioner tersebut juga memperlihatkan metode yang paling banyak diterapkan oleh guru SMA dalam mempelajari materi ini adalah metode ceramah dan diskusi yaitu sebanyak 49 respons (75%). Lebih lanjut, diketahui juga media yang paling banyak digunakan adalah media visual, proyeksi maupun proyeksi bergerak yaitu sebanyak 57 respons (88%). Hal ini berbanding terbalik dengan pendapat mahasiswa yaitu sebesar 41 respons (63%) menginginkan pembelajaran mitosis dan meiosis dipelajari dengan melakukan aktifitas fisik seperti demonstrasi (10 respons/ 15%), percobaan (15 respons/ 23%) maupun simulasi (16 respons/ 25%). Salah satu media yang dianggap cocok dan mengaktifkan peserta didik yaitu menggunakan peraga tiga dimensi (19 respons/ 29%).

Hasil kuesioner tersebut sejalan dengan pendapat Munadi (2013), penggunaan media yang tidak melibatkan peran aktif mahasiswa dalam mempelajari materi, memengaruhi minat dan hasil pemahaman mahasiswa. Edgar Dale berusaha memanfaatkan media dalam proses pembelajaran, yaitu dengan mengadakan klasifikasi pengalaman menurut tingkat dari yang paling konkrit ke yang paling abstrak. Tingkat pengalaman dalam kerucut tersebut berdasarkan seberapa banyak indera yang terlibat di dalamnya. Semakin banyak indera yang terlibat dalam pembelajaran maka semakin konkrit pula pengalaman belajarnya.

Media pembelajaran melalui proyeksi dan Video memberikan pengalaman belajar yang bersifat simbolik (belajar melalui abstraksi) baik itu lambang verbal maupun lambang visual (Munadi, 2013). Oleh karena itu, perlu adanya media lain, yang dapat digunakan dan memberikan pengalaman yang lebih konkrit kepada mahasiswa salah satunya adalah simulasi.

Simulasi dipandang berada pada tingkatan paling tinggi (konkrit) setelah pengalaman langsung. Semakin konkrit peserta didik mempelajari bahan pengajaran, maka semakin banyaklah pengalaman yang diperolehnya (Sanjaya, 2015). Dengan simulasi mahasiswa dapat membaca petunjuk, melaksanakan simulasi, melihat apa yang disimulasikan sekaligus berdiskusi dan menganalisis konsep dengan rekan kelompoknya.

Banyak pengajar biologi menggunakan model visual untuk membantu peserta didik mempelajari konsep abstrak seperti mitosis dan meiosis (Chinnici, Neth & Sherman, 2006). Model visual yang dimaksud dapat berupa media pembelajaran *Mock-up*. *Mock-up* merupakan media berbentuk benda yang merupakan tiruan dari benda aslinya. Bentuk fisik *Mock-up* tidak selalu sama persis dengan benda aslinya, asalkan dapat mewakili konsep dasar dari benda aslinya (Munadi, 2013).

Banyak penelitian yang telah membuat model visual dari kromosom. Benang dan kertas dapat digunakan untuk mendemonstrasikan tahap meiosis seperti efek pindah silang, *breakage*,

dan rekombinasi (Stencel, 1995). Ada pula yang menggunakan penjepit jemuran (Coleman, 1986), benang dan *chenille stems* (Clark & Mathis, 2000), kaus kaki (Stavroulakis, 2005; Chinnici, 2006) bahkan kromosom dapat diperankan oleh manusia dengan metode *role-playing* (Chinnici, Yue & Torres, 2004). Penelitian terbaru oleh Keskin & Cam (2017) menggunakan boneka kecil yang di cat sebagai fenotipe hasil dari pindah silang.

Menurut Wina Sanjaya (2015) salah satu pertimbangan yang digunakan dalam menentukan media yaitu biaya. Mahalnya biaya harus dipertimbangkan dengan aspek manfaatnya. Pengadaan alat peraga yang dapat digunakan berulang juga merupakan salah satu bentuk efisiensi biaya.

“Lego miniset” atau “Lego roket”, merupakan mainan anak-anak dengan harga yang relatif murah. Penggunaanya yaitu dengan menyusun tiap-tiap bagian lego mini untuk dijadikan suatu bentuk baru dengan ukuran yang lebih besar. Mainan ini juga bersifat *reversible* atau dapat di bongkar pasang diubah-ubah bentuknya sesuai keinginan, sehingga mainan ini dapat digunakan berulang-ulang. Oleh karena itu mainan ini dapat dijadikan pilihan ekonomis untuk bahan pembuatan media pembelajaran.

Berdasarkan studi di Jepang, bermain lego dapat menjadikan anak berkuliah di kampus elite. Hal ini dikarenakan lego dapat meningkatkan perkembangan otak anak-anak di Jepang. Lebih dari separuh responden mengklaim bahwa mainan itu meningkatkan konsentrasi, organisasi

spasial, dan kreativitas. Pernyataan tersebut sejalan dengan pendapat Kritikus pendidikan Yukio Ishikawa yang memuji Lego sebagai sesuatu yang baik untuk imajinasi dan kreativitas, dan mengklaim bahwa mainan itu juga meningkatkan proses pemecahan masalah. Karena, anak-anak dipaksa untuk berpikir tentang bagaimana membangun apa yang mereka lihat di mata batin mereka. Jurnalis pendidikan, Toshimasa Oota, menambahkan bahwa Lego juga memberikan stimulus yang berharga bagi imajinasi dan semangat penyelidikan, yang kurang didapat di pekerjaan rumah dari sekolah biasa (Prastiwie, 2018).

Pandangan positif tentang Lego juga dikemukakan Ir. Ananto Kusuma Seta selaku Staf Ahli Bidang Inovasi dan Daya Saing Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia. Menurutnya Lego adalah sebuah media bagi anak-anak untuk membentuk kecerdasan anak-anak. Dengan adanya Lego kita bisa memaksimalkan kemampuan imajinasi anak-anak. Bahkan menurut pemaparan beliau Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia membuat program baru yaitu Karakter Building dan Literasi. Dengan program ini pemerintah akan menggandeng Lego menjadi media pendukung (Berti, 2017).

Beberapa pengembangan media pembelajaran menggunakan lego diantaranya adalah lego digunakan sebagai analogi genom (Krikpatrick, Orvis dan Pittendrigh, 2002), lego dalam siklus kelvin (McGroarty dkk, 2004), fenotipe persilangan (Grumbine, 2006), model seleksi alam (Petersen, 2016), model molekuler *biochemical pathways* (Lin, 2017)

dan lego sebagai model evolusi (Hongsermeier, Grandgenett & Simon, 2017).

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka peneliti tertarik untuk membuat dan mengembangkan media pembelajaran mitosis dan meiosis berbasis simulasi dengan menggunakan *Mock-up* yang terbuat dari “Lego miniset”. Dengan harapan agar dalam proses pembelajaran Biologi peserta didik menjadi lebih antusias serta dapat memberikan pengalaman belajar yang konkrit. Oleh karena itu, peneliti ingin melakukan penelitian yang berjudul **“Pengembangan *Mock-up* Mitosis & Meiosis Menggunakan “Lego Miniset” Sebagai Pendukung Pembelajaran Biologi Umum Di UIN Walisongo Semarang”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah karakteristik desain *Mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan “lego miniset” sebagai pendukung pembelajaran biologi umum di UIN Walisongo Semarang?
2. Apakah *Mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan “lego miniset” layak digunakan sebagai pendukung pembelajaran biologi umum di UIN Walisongo Semarang?

C. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendiskripsikan karakteristik desain *Mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan “lego miniset” sebagai pendukung pembelajaran biologi umum di UIN Walisongo Semarang.
2. Mengukur kelayakan *Mock-up* mitosis dan meiosis sebagai pendukung pembelajaran biologi umum di UIN Walisongo Semarang.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk berbagai pihak, antara lain:

1. Manfaat Teoritis

Memberikan informasi bahwa “lego miniset” dapat dimanfaatkan untuk membuat media pembelajaran biologi pada materi mitosis dan meiosis seta dapat digunakan untuk membantu proses pembelajaran.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Pendidik

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif media pembelajaran bagi pendidik Biologi, meningkatkan kreativitas dan kualitas mengajar pendidik.

b. Bagi Peserta Didik

Penelitian ini diharapkan dapat membantu menambah pemahaman peserta didik dalam materi mitosis dan meiosis serta meningkatkan minat peserta didik dalam kegiatan pembelajaran.

c. Bagi Sekolah

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam rangka perbaikan proses pembelajaran biologi serta memperkaya khasanah media pembelajaran yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran biologi.

d. Bagi Institusi

Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi untuk perpustakaan Pendidikan Biologi maupun perpustakaan UIN Walisongo Semarang.

e. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu rujukan atau panduan dalam penelitian selanjutnya serta menambah pengetahuan dan pengalaman dalam pengembangan media pembelajaran Biologi untuk membantu proses pembelajaran.

E. Spesifikasi Produk

Produk yang dikembangkan adalah media pembelajaran yang diharapkan mendukung pembelajaran biologi umum materi mitosis

dan meiosis di UIN Walisongo Semarang. Spesifikasi produk yang dikembangkan sebagai berikut:

1. *Mock-up* Mitosis dan Meiosis.

Merupakan media tiga dimensi tiruan dari benda aslinya.

a. Set Kromatin (12 buah)

Delapan set kromatin terbuat dari pita empat warna (merah, biru, kuning, dan hijau). Masing-masing warna terdiri atas dua pita yang mewakili kromatin dan duplikatnya. Sedangkan empat kromatin lainnya (2 kombinasi warna biru dan merah, 2 kombinasi kuning dan hijau) mewakili kromatin hasil pindah silang yang muncul ketika telofase kedua meiosis.

b. Set Kromosom (4 buah)

Set kromosom terbuat dari “lego miniset” yang disusun sedemikian rupa sehingga mirip dengan kromosom, lengkap dengan sentromer dan kinetokornya. Terdiri atas empat warna (merah, biru, kuning, dan hijau) yang disusun memanjang lengkap dengan stiker bertuliskan huruf kapital atau huruf kecil sebagai alel dominan atau alel resesif.

c. Set Sentrosom (4 buah)

Set sentrosom terbuat dari pipa “T” paralon listrik lengkap dengan mikrotubulusnya yang terbuat dari benang wol.

- d. Label Tahap (17 buah)
Label tahap terbuat dari kertas *ivory* bertuliskan nama-nama tahapan mitosis dan meiosis.
 - e. *Mock-up Box*
Mock-up box merupakan kotak wadah ke lima *Mock-up* di atas. Terbuat dari kertas *ivory* yang didesain sedemikian rupa sehingga dapat menjadi wadah *Mock-up*.
 - f. Morfologi sel eukariot (2 buah)
Morfologi sel diwakili oleh kertas *albatros* yang memiliki dua gambar lingkaran dan dapat dilipat, lengkap dengan kertas lingkaran ungu di tengahnya sebagai membran nukleus.
2. Satu Buku Petunjuk Penggunaan *Mock-up* Mitosis dan Meiosis
Buku petunjuk penggunaan berisi indikator pembelajaran, petunjuk penggunaan media, spesifikasi media, simulasi materi (siklus sel, mitosis dan meiosis), dan lembar penguasaan konsep. Lembar penguasaan konsep hanya berisi perintah untuk mengerjakan penguasaan konsep yang ada di media *power point*.
 3. Power Point Penguasaan Konsep
Power point penguasaan konsep berisi perintah ataupun pertanyaan tentang konsep-konsep yang ada dalam mitosis dan meiosis.

4. Cara Kerja

- a. *Mock-up* mitosis dan meiosis disimulasikan oleh kelompok dengan beranggotakan 4-8 peserta didik.
- b. Setiap kelompok mendapatkan satu kotak *Mock-up* berisikan sebagai berikut; 12 buah kromatin, 4 buah kromosom, 4 buah sentrosom, 2 buah morfologi sel eukariot, 17 label tahap, buku petunjuk penggunaan *Mock-up*, dan satu *softfile* PPT. Penguasaan konsep.
- c. Masing- masing kelompok menggunakan buku petunjuk penggunaan *Mock-up* untuk mengenal analogi yang terdapat pada *Mock-up* tentang konsep mitosis dan meiosis.
- d. Masing-masing kelompok mensimulasikan siklus sel, mitosis dan meiosis berdasarkan konsep dan langkah yang disajikan dalam Buku Petunjuk Penggunaan Media.
- e. Akhir sesi simulasi siklus sel dan mitosis serta akhir sesi meiosis kelompok diminta untuk menyelesaikan penguasaan konsep yang tersedia di PPT Penguasaan Konsep.

F. Asumsi Pengembangan

Pengembangan media pembelajaran ini didasarkan pada asumsi-asumsi sebagai berikut:

1. Asumsi dari penelitian pengembangan ini adalah media pembelajaran mitosis dan meiosis menggunakan “Lego miniset” sebagai pendukung pembelajaran biologi umum.
2. Media pembelajaran ini disusun dalam bentuk media 3D yang mewakili bentuk aslinya (*Mock-up*) berdasarkan alur penelitian dan pengembangan (R&D).
3. Validasi media oleh ahli yang berjumlah empat dosen, diantaranya yaitu:
 - a. Dua ahli materi merupakan dosen yang memahami Biologi terutama pada materi mitosis dan meiosis.
 - b. Dua ahli media merupakan dosen yang fokus pada media pembelajaran, meliputi tampilan dan kelayakan produk untuk digunakan sebagai media pembelajaran.
4. Penilaian media oleh dua dosen biologi umum UIN Walisongo Semarang.
5. Uji lapangan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap media dengan jumlah responden 68 mahasiswa.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Pengembangan Media Pembelajaran *Mock-up*

a. Pengertian Media Pembelajaran

Media Pembelajaran berasal dari dua kata yaitu media dan pembelajaran. Kata media berasal dari bahasa Latin dan merupakan bentuk jamak dari kata medium yang secara harfiah dapat diartikan sebagai perantara atau pengantar. Kata pembelajaran merupakan padanan kata dari kata *instruction*. Kata *instruction* memiliki pengertian yang lebih luas daripada pengajaran. Kata pengajaran ada dalam konteks guru-murid di kelas secara formal, sedangkan pembelajaran mencakup pula kegiatan belajar mengajar yang tidak dihadiri guru secara fisik (Munadi, 2013).

Rossie dan Breidle (1966) mengemukakan bahwa media pembelajaran adalah seluruh alat dan bahan yang dapat dipakai untuk tujuan pendidikan. Namun demikian menurut Gerlach dan Erly (1980) secara umum media itu meliputi orang, bahan, peralatan atau kegiatan yang menciptakan kondisi yang memungkinkan siswa memperoleh pengetahuan, keterampilan dan sikap. Jadi, dalam pengertian ini media bukan hanya alat, akan tetapi orang sebagai sumber

belajar ataupun kegiatan ssemacam diskusi, simulasi, seminar, karyawisata dan lain sebagainya (dalam Sanjaya, 2015).

b. Fungsi Media Pembelajaran

Tiga fungsi media dalam proses pembelajaran menurut Gerlach & Ely dalam Daryanto (2010:9) adalah sebagai berikut:

Pertama, kemampuan *fiksatif*, artinya dapat menangkap, menyimpan, dan menampilkan kembali suatu obyek atau kejadian. Dengan kemampuan ini, obyek atau kejadian dapat digambar, dipotret, direkam, difilmkan, kemudian dapat disimpan dan pada saat diperlukan dapat ditunjukkan dan diamati kembali seperti kejadian aslinya.

Kedua, kemampuan *manipulatif*, artinya media dapat menampilkan kembali obyek atau kejadian dengan berbagai macam perubahan (manipulasi) sesuai keperluan, misalnya diubah ukurannya, kecepatannya, warnanya, serta dapat pula diulang-ulang penyajiannya.

Ketiga, kemampuan *distributif*, artinya media mampu menjangkau audien yang besar jumlahnya dalam satu kali penyajian secara serempak, misalnya siaran TV atau Radio.

c. Mock-up

Mock-up yaitu media tiga dimensi yang merupakan tiruan dari benda aslinya (Sanjaya, 2015). Misalnya globe

yang merupakan tiruan dari bentuk bumi dengan ukuran yang lebih diperkecil dan terdapat gambar-gambar tampak bumi.

Pengelompokan media menurut Anderson yaitu sebagai berikut: (1) audio; (2) cetak; (3) audio-cetak; (4) proyek visual diam; (5) proyek visual diam dengan audio; (6) visual gerak; (7) visual gerak dengan audio; (8) benda; (9) komputer. Berdasarkan pengelompokan media tersebut mock-up tergolong ke dalam media benda (Sanjaya, 2015).

d. Pengembangan Media Pembelajaran

Pengembangan adalah proses penerjemahan spesifikasi desain kedalam bentuk fisik. Pengembangan tidak lepas dari teori dan praktik yang berhubungan dengan belajar dan desain. Di dalam pengembangan terdapat keterkaitan yang kompleks antara teknologi dan teori yang mendorong baik desain pesan maupun strategi pembelajaran. Pada dasarnya pengembangan dapat dijelaskan dengan adanya pesan yang didorong oleh isi; strategi pembelajaran yang didorong oleh teori; dan manifestasi fisik dari teknologi berupa perangkat keras, perangkat lunak, dan bahan pembelajaran (Darmawan, 2012: 12-13)

2. “Lego miniset” atau “Lego Roket”

LEGO® merupakan Alat permainan ini dikeluarkan oleh Perusahaan LEGO dari Denmark. Sejarah lego dimulai pada

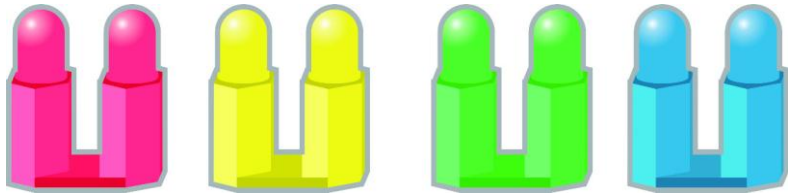
tahun 1932 di Desa Billund, Denmark, jauh sebelum LEGO dikenal sebagai sebuah merek mainan. Ole yang merupakan seorang tukang kayu membuka toko bahan bangunan dan bengkel kayu bersama anaknya Godtfred yang saat itu baru berusia 12 tahun (Wikipedia, diakses pada 14 Januari 2019).

Dikutip dari *Mental Floss*, mereka memproduksi tangga, papan setrika hingga mainan kayu. Baru pada tahun 1934, mereka memakai nama LEGO untuk perusahaannya. LEGO diambil dari bahasa Denmark, leg godt yang berarti bermain dengan baik (Viva.co.id, diakses pada 14 Januari 2019).

LEGO adalah sejenis alat permainan bongkah plastik kecil yang terkenal di dunia khususnya di kalangan anak-anak atau remaja tidak pandang lelaki ataupun perempuan. Bongkah-bongkah ini serta kepingan lain bisa disusun menjadi model apa saja. Mobil, kereta api, bangunan, kota, patung, kapal, kapal terbang, pesawat luar angkasa serta robot, semuanya bisa dibuat (Wikipedia, diakses pada 14 Januari 2019).

Berdasarkan observasi di toko mainan sekitar Semarang dan literasi berbagai sumber, sejauh ini tidak ada data yang valid untuk menunjuk “Lego miniset” sebagai mainan produksi perusahaan LEGO. “Lego miniset” adalah nama pasaran di masyarakat untuk merujuk pada mainan plastik berbentuk seperti dua roket. Mainan ini umumnya memiliki bentuk yang relatif kecil sehingga dinamakan miniset. Kesamaan penyebutan

Lego dalam masyarakat didasarkan pada kesamaan cara memainkan lego ini yaitu dengan menyusun kepingan lego menjadi model apa saja yang dikehendaki dan dapat dengan mudah untuk dibongkar kembali.



Gambar 2.1. “Lego miniset”

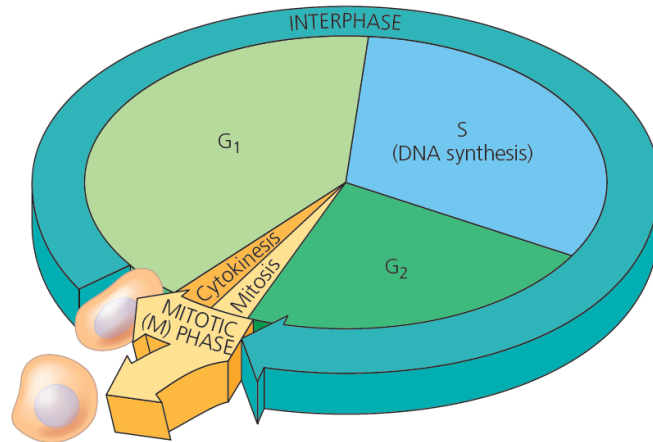
3. Materi Mitosis dan Meiosis

a. Siklus Sel

Setiap sel berasal dari sel sebelumnya yang merupakan hasil dari pembelahan sel. Keberlanjutan kehidupan organisme didasarkan pada reproduksi sel, atau pembelahan sel. Pembelahan sel juga memungkinkan organisme yang bereproduksi secara seksual untuk berkembang dari sel tunggal (sel telur yang difertilisasi) menjadi zigot. Kemudian, setelah organisme tumbuh sepenuhnya, pembelahan sel berfungsi memperbarui dan memperbaiki sel yang rusak dan mati (Campbell dkk, 2010).

Siklus sel merupakan sekuens yang berurutan dari peristiwa-peristiwa yang terjadi di dalam kehidupan sel, mulai dari awal mulanya saat pembelahan sel induk (meiosis/gametogenesis) sampai pembelahannya sendiri

menjadi dua (mitosis). Terdiri atas fase interfase (G₁, S, dan G₂) dan fase M (Campbel dkk, 2010).



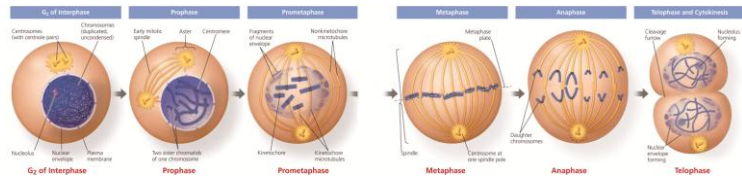
Gambar 2.2 Siklus sel (Campbell, 2010)

Fase G₁ atau jeda pertama, fase pertumbuhan sebelum sintesis DNA terjadi. Sel memiliki nukleus, kromatin yang belum terduplikasi, dan memiliki satu sentrosom. Fase S merupakan fase sintesis dalam siklus sel yaitu bagian saat DNA direplikasi. Fase G₂ atau Jeda kedua, fase pertumbuhan setelah sintesis DNA terjadi. Sel memiliki membran nukleus, kromatin terduplikasi, sentrosom tereplikasi menjadi dua (Campbell dkk, 2010).

b. Mitosis

Mitosis merupakan proses pembelahan inti dalam sel eukariotik yang secara konvensional terbagi menjadi lima tahap. Mitosis mempertahankan jumlah kromosom dengan

cara menempatkan kromosom hasil replikasi secara seimbang ke masing-masing nukleus anakan. Terdiri atas profase, prometafase, metafase, anafase dan telofase (Campbell dkk, 2010).



Gambar 2.3 Tahapan Mitosis

(Campbell dkk, 2010)

Profase merupakan tahap pertama mitosis, saat kromatin terkondensasi, spindel mitosis mulai terbentuk, dan nukleolus hilang, namun nukleus tetap utuh. Prometafase, tahap kedua mitosis ketika kromosom-kromosom diskret yang terdiri atas kromatid-kromatid saudara yang muncul, dan mikrotubulus melekat ke kinetokor kromosom. Metafase, tahap ketiga mitosis saat spindel sudah lengkap dan kromosom-kromosom melekat ke mikrotubulus pada kinetokor serta berjejer di lempeng metafase. Merupakan tahap mitosis paling lama sekitar 20 menit (Campbell dkk, 2010).

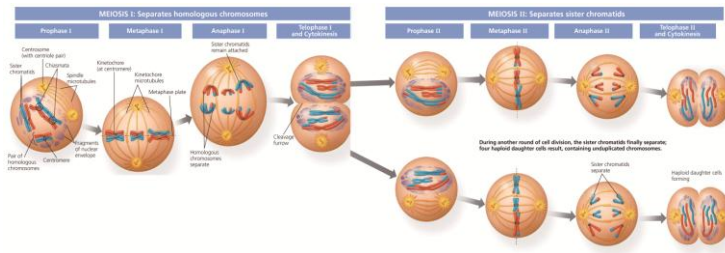
Anafase merupakan tahap Mitosis paling pendek, beberapa menit. Protein kohesin membelah memisahkan kromatid saudara secara tiba-tiba. Kedua kromosom bergerak menuju masing-masing Kutub. Sel memanjang saat

Mikrotubulus nonkinetokor mendorong ke kutub yang berbeda. Telofase tidak ada gelendong mitotik, dua nukleus anakan terbentuk dalam sel, masing-masing memiliki Kromosom yang identik. Kromosom menjadi kurang terkondensasi (Campbell dkk, 2010).

Sitokinesis Pembelahan Sitoplasma biasanya sudah berlangsung cukup jauh pada akhir Telofase. Sehingga Sel Anakan muncul tak lama setelah Mitosis Berakhir. Sitokinesis sel hewan terjadi melalui penyibakan yang membagi sel induk menjadi dua dengan cincin kontraktile filamen aktin. Sitokinesis tumbuhan terjadi karena lempengan sel terbentuk di tengah sel dan tumbuh sampai membrannya berfungsi dengan membran plasma sel induk (Campbell dkk, 2010).

c. Meiosis

Meiosis, sejenis pembelahan sel termodifikasi pada organisme yang bereproduksi secara seksual, terdiri atas dua kali pembelahan sel namun hanya satu kali replikasi DNA. Menghasilkan kromosom separuh dari induknya. Interfase pada meiosis terjadi hanya sekali yaitu pada awal meiosis I, sehingga replikasi DNA hanya terjadi satu kali walaupun meiosis mengalami dua kali pembelahan.



Gambar 2.4 Tahapan Meiosis
(Campbell dkk, 2010).

Profase I pada meiosis dibagi menjadi lima tahap yaitu Leptonema, Zigonema, Pakinema, Diplonema dan Diakinesis. leptonema Kromaosom mulai terkondensasi. Zigonema, pasangan-pasangan kromosom homolog bertemu dan digabungkan oleh struktur protein seperti pita yang disebut kompleks sinaptonema (bivalen). Pakinema, sinapsis terbentuk, salah satu kromosom nonsaudara (tetrad) mengadakan pindah silang. Bagian yang mengadakan pindah silang dinamakan kiasmata. Diplonema, kompleks sinaptonema mulai hilang, kiasmata masih terlihat. Diakinesis, kromosom terkondensasi maksimal, membran nukleus menghilang dan spindel mitosis terbentuk (Elrod& Stanfield, 2007).

Profase I, kromosom terkondensasi, dan masing-masing kromosom homolog berpasangan. Pindah silang (*crossing over*) secara acak terjadi. Setiap pasangan homolog memiliki 1 atau lebih kiasmata (tempat terjadinya pindah

silang) Selaput Nukleus terfragmentasi (Campbell dkk, 2010).

Metafase I, Pasangan Kromosom Homolog berada pada Lempeng Metafase. Kedua Kromatid dari satu homolog, melekat ke satu Mikrotubulus Kinektor dari salah satu Kutub Gelendong. Anafase I, penguraian Kohesi, mengakibatkan Homolog memisah. Homolog bergerak ke kutub yang berbeda. Telofase I, Tiap Anakan sel memiliki set haploid lengkap atau disebut haploid bersister kromatid. Sebagian sister kromatid telah termodifikasi, akibat Pindah Silang. Kromosom tidak terurai, guna Meiosis tahap II dilanjutkan sitokinesis pertama (Campbell dkk, 2010).

Profase II, Gelendong terbentuk, Kromosom rekombinan haploid, membran nukleus hilang. Metafase II Kromosom berada pada Lempeng Metafase. Anafase II, Kromatid bisa terpisah karena penguraian protein-protein yang menggabungkan kromatid-kromatid saudara di sentromer. Telofase II, Nukleus terbentuk, Kromosom terurai menjadi kromatin, Menghasilkan 4 sel anakan haploid tak tereplikasi. Masing-masing dari keempat sel anakan berbeda secara genetik dengan sel anakan lain dan juga sel induk dilanjutkan sitokinesis kedua (Campbell dkk, 2010).

d. Mitosis dan Meiosis dalam Perspektif Al-Qur'an

Seluruh ciptaan Allah yang bermilyar, bahkan tak terhitung jumlahnya menjadi bukti nyata bagi keberadaan dan kekuasaan-Nya. Tidak terkecuali dalam hal ini tanda-tanda kebesaran-Nya yang terdapat pada tubuh manusia (Al-Atsary & Chiriyah, 2016). Mahabesar Allah swt. Dengan firman-Nya:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَآخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ
لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾

"Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal." (Q.S Ali Imran/3:190)

Salah satu metode integrasi nilai islam dalam pembelajaran biologi adalah *Amtsal (analogy)* yaitu analogi verbal dari nilai Al-Qur'an dan hadits dengan konsep biologi. Integrasi yang diterapkan dalam pembelajaran akan membentuk karakter peserta didik untuk terbiasa menanamkan nilai islam dalam mempelajari segala sesuatu (Listiyono dkk, 2017).

Al-Qur'an dan hadits menjelaskan tentang bagaimana penciptaan makhluk termasuk di dalamnya manusia. Beberapa ayat dan hadits menjelaskan tentang

genetika mulai dari kromosom, gamet yang haploid, serta fertilisasi sampai pembelahan zigot secara mitosis menjadi manusia seutuhnya.

Segala yang hadir dalam kehidupan selalu dalam keberpasangan, siang-malam, pagi-sore, senang-susah, dan seterusnya. Bumi pun demikian, ada kutub utara dan kutub selatan. Bahkan atom yang dipercaya mempresentasikan wujud terkecil dan tak terbagi, nyatanya juga terbagi atas pasangan proton dan elektron (Linah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, 2010:76).

سُبْحَنَ الَّذِي خَلَقَ الْأَزْوَاجَ كُلَّهَا مِمَّا تُنْبِتُ الْأَرْضُ
وَمِنْ أَنْفُسِهِمْ وَمِمَّا لَا يَعْلَمُونَ ﴿٣٦﴾

"Maha suci Tuhan yang telah menciptakan pasangan-pasangan semuanya, baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka maupun dari apa yang tidak mereka ketahui."(Q.S Yasin/36:36)

Beberapa keberpasangan yang terjadi dalam pembelahan mitosis dan meiosis adalah sebagai berikut, keberpasangan DNA dengan *double helix* nya, keberpasangan DNA dengan replikasinya, keberpasangan kromatid dengan kromatid saudaranya, keberpasangan kromosom dengan homolognya, keberpasangan dua sentriol menjadi sentrosom, keberpasangan dua

sentrosom untuk menginisiasi pembelahan dan lain sebagainya.

Di dalam sel tubuh manusia terdapat materi genetik dalam bentukpasangan-pasangan kromosom ($2n$). Materi yang berpasangan ini separuh diwariskan dari Ibu (n) dan separuhnya lagi dari Ayah (n). Sepasang kromosom ini terdapat di dalam seluruh sel tubuh manusia. Distribusi materi yang demikian dapat terjadi melalui pembelahan mitosis, pembelahan sel dengan upaya melestarikan informasi genetik induk. Dengan demikian seluruh tubuh manusia memiliki informasi genetik yang sama dan berpasangan ($2n$).

Pewarisan genetik dari Ibu dan Ayah dapat terjadi melalui pembelahan meiosis ketika pembentukan gamet yaitu sel telur pada Ibu dan sperma pada Ayah. Pembelahan secara meiosis ini bertujuan untuk mengurangi jumlah kromosom sel germinal induk ($2n$) menjadi setengahnya (n) pada sel gamet. Kekurangan setengah kromosom inilah yang nantinya membutuhkan fertilisasi atau bertemunya sperma dan sel telur.

Fertilisasi mempertemukan sperma (n) dengan sel telur (n) yang kemudian akan membentuk zigot ($2n$). Zigot akan terus membelah, berdiferensiasi, membentuk

jaringan dan membentuk organ penyusunembrio secara mitosis.

Ayat ke-dua surah Al-Insan mengindikasikan adanya campuran antara unsur yang datang dari laki-laki dan wanita dalam pembentukan embrio (Kemenag RI, 2010:78).

إِنَّا خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ نُطْفَةٍ أَمْشَاجٍ نَبَّتْ لِيهِ فَجَعَلْنَاهُ

سَمِيعًا بَصِيرًا ﴿٢﴾

“Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dari setetes mani yang bercampur[1535] yang Kami hendak mengujinya (dengan perintah dan larangan), karena itu Kami jadikan Dia mendengar dan melihat.” (Q.S Al-Insan/76:2)

[1535] Maksudnya: bercampur antara benih lelaki dengan perempuan.

Kata “setetes mani” pada ayat ini adalah terjemahan dari bahasa Arab *nutfatin amsyaj* yang artinya bercampur, yakni bercampurnya air yang berasal laki-laki dan perempuan. Hal ini dinyatakan oleh Nabi Muhammad sat menjawab pertanyaan seorang Yahudi:

Ketika kaum Quraisy memberitahu seseorang Yahudi bahwa Muhammad mengaku Nabi, ia lantas

mendatangi Nabi dan mengajukan berbagai pertanyaan untuk menguji kebenaran pengakuannya. Setelah sekian pertanyaan dijawab oleh Nabi, sampailah ia pada pertanyaan terakhir. Ia berkata, “Aku akan mengajukan kepadamu suatu pertanyaan yang tidak akan bisa dijawab oleh seorangpun di dunia selain Nabi dan orang-orang disekitarnya.” Nabi berkata, “Apakah engkau mendapat keuntungan bila aku menjawab pertanyaanmu?” Ia berkata, “Aku bertanya kepadamu tentang anak.” Nabi menjawab, “Bahan untuk reproduksi dari laki-laki berwarna putih, dan dari wanita berwarna kuning-yakni warna inti indung telur. Ketika mereka bersenggama dan bahan (kromosom dan gen) laki-laki lebih unggul daripada bahan perempuan maka Tuhan akan memutuskan terciptanya anak laki-laki. Apabila bahan perempuan lebih unggul daripada laki-laki maka anak perempuanlah yang ditentukan oleh Allah.” Orang yahudi itu berkata sebelum berlalu, “Apayang engkau katakan adalah benar adanya; engkau nyata-nyata adalah nabi.” Selepas kepergian Yahudi itu, Nabi berkata, “Ia menayakan sesuatu yang tidak aku ketahui hingga Allah memberitahukan jawabannya kepadaku.” (Kemenag RI, 2010:79).

4. Media Pembelajaran Mitosis dan Meiosis di Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang

Program studi Pendidikan Biologi menjadi salah satu prodi dalam naungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Beberapa mata kuliah yang harus diambil oleh mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi yaitu biologi umum, biologi sel, biologi genetika, embriologi, struktur dan perkembangan hewan, serta struktur dan perkembangan tumbuhan. Beberapa mata kuliah wajib diatas sangat erat kaitannya dengan materi mitosis dan meiosis (<http://akademik.walisongo.ac.id/> diakses pada 11/01/2019).

Berdasarkan wawancara dengan dosen Pendidikan Biologi Ibu Siti Mukhlisoh, M. Si (2019) beliau memaparkan bahwa program studi pendidikan biologi UIN Walisongo saat ini belum memiliki media pembelajaran tiga dimensi khusus untuk mempelajari materi mitosis dan meiosis.

Praktikum mitosis dan meiosis yang telah dilaksanakan oleh dosen genetika Arnia Sari M., M. Sc (2018) ialah menggunakan plastisin yang dibentuk sedemikian rupa sehingga mewakili bentuk kromosom. Lebih lanjut, beberapa waktu lalu pembelajaran mitosis dan meiosis dilaksanakan dengan metode *role-playing*, yaitu mahasiswa bermain peran sebagai kromatid yang bergerak selama proses mitosis dan meiosis berlangsung.

Selain kedua media tersebut diatas, dipaparkan juga bahwa dosen biologi memanfaatkan media proyeksi dalam pembelajaran mitosis dan meiosis (Mukhlishoh, 2019). Media proyeksi merupakan media yang dirasa cukup praktis digunakan karena sudah tersedianya proyektor yang terpasang di tiap ruangan. Proyeksi yang digunakan dapat berupa materi, gambar, maupun video yang relevan dengan konsep mitosis dan meiosis.

B. Kajian Pustaka

Kajian pustaka merupakan informasi-informasi tentang penelitian terdahulu yang mempunyai hubungan atau relevansi dengan penelitian yang akan peneliti lakukan. Berdasarkan hasil survey, peneliti menemukan beberapa penelitian yang mempunyai hubungan dengan penelitian ini, diantaranya:

Pertama, Jurnal *The American Biology Teacher*, 62(3):204-206, oleh Clark dan Mathis tahun 2000 yang berjudul: *Modeling Mitosis & Meiosis A Problem-Solving Activity*. Dalam penelitian ini material pembuatan media menggunakan benang tenun sebagai kromatin dan benang permadani yang lebih besar sebagai kromatid. Media ini digunakan untuk mempelajari materi mitosis dan meiosis menggunakan metode problem solving. Peserta didik mensimulasikan media dan diberi beberapa pertanyaan konsep. Kelayakan media ini diukur menggunakan skala Likert

dengan 7 skala penilaian. Hasil dari penelitian ini adalah 6,5 media ini sesuai dengan tujuan, 6,39 kreatif, dan 6,36 bermanfaat.

Penelitian di atas berbeda dengan penelitian yang akan diteliti karena pemilihan material yang digunakan peneliti adalah “lego miniset”. Skala Likert menggunakan 5 skala penilaian. Adapun persamaan dari penelitian diatas adalah pembuatan media yang memperhatikan konsep mitosis dan meiosis serta menyajikan beberapa pertanyaan sebagai penguasaan konsep.

Kedua, Jurnal *The American Biology Teacher*, 68(2):106-109, oleh Joseph P. Chinnici dkk tahun 2006 yang berjudul: *Using Chromosomal Socks To Demonstrate Ploidy in Mitosis & Meiosis*. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan banyak kaos kaki yang beraneka corak sebagai satuan banyaknya genom (*ploidy*). Konsep *ploidy* kromosom perlu ditekankan dikarenakan beberapa peserta didik salah dalam memahami haploid dan diploid sel, serta konsep kromatid, kromosom dan pasangan kromosom homolog. dan Hasil penelitian media ini yaitu 102 peserta didik merasa terbantu dalam memahami dan mengingat perbedaan antara haploid dan diploid pada sel.

Penelitian di atas berbeda dengan penelitian yang akan diteliti karena pemilihan material yang digunakan peneliti adalah “lego miniset”. Selain itu perbedaan berikutnya adalah penyajian materi yang lebih dalam yaitu materi Siklus sel, Mitosis dan Meiosis. Adapun persamaannya adalah memperhatikan konsep haploid dan

diploid pada sel, serta konsep kromatid, kromosom dan pasangan kromosom homolog.

Ketiga, Jurnal *The American Biology Teacher*, 66(1):35-39, oleh Chinnici dkktahun 2004 yang berjudul: *Students as "Human Chromosomes" in Role-Playing Mitosis & Meiosis*. Dalam penelitian ini peserta didik bertugas memerankan (*role playing*) kromosom yang bergerak selama proses mitosis dan meiosis berlangsung. Seorang peserta didik yang berdiri memeragakan satu kromatid lengkap dengan alelnya. Alel tersebut diwakili oleh kertas bertuliskan huruf yang ditempelkan pada topi dan kaos mereka. Hasil penelitian ini adalah 55,1 % peserta didik menjawab dengan benar pertanyaan yang diberikan setelah mereka belajar mitosis dan meiosis menggunakan metode *role playing*.

Penelitian di atas berbeda dengan penelitian yang akan diteliti karena menggunakan metode simulasi dengan material yang digunakan peneliti adalah "lego miniset". Adapun persamaan dari penelitian diatas adalah pembuatan media yang memperhatikan konsep pergerakan kromosom serta alel pada kromosom tersebut.

Keempat, Jurnal *The American Biology Teacher*, 74(4):266-269, oleh Peigao Luo tahun 2012 yang berjudul: *Creating a Double-Spring to Teach Chromosome Movement during Mitosis & Meiosis*. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan dua per/pegas sebagai mikrotubulus pada kutub yang berlawanan sehingga ketika kromatid saudara memisah kromatid langsung menuju ke kutub

yang berlawanan. Bergeraknya kromatid ini diakibatkan oleh gaya pegas dari per tersebut. Penelitian ini ditujukan untuk mempelajari pergerakan kromosom ketika mitosis dan meiosis. Hasil penelitian ini mendapatkan umpan baik yang positif yaitu lebih dari 99% peserta didik mendapatkan pengalaman belajar yang menyenangkan. Salah satu penyebab umpan baik tersebut yaitu mudah untuk menalar pergerakan kromosom ketika menggunakan media per tersebut.

Penelitian di atas berbeda dengan penelitian yang akan diteliti karena pemilihan material yang digunakan peneliti adalah “lego miniset”. Selain itu perbedaan berikutnya adalah penyajian materi yang lebih dalam yaitu materi Siklus sel, Mitosis dan Meiosis. Selain itu media yang dirancang memiliki keterangan konsep yang lebih terperinci seperti struktur kromosom, perubahan morfologi sel dll. Adapun persamaannya adalah memerhatikan konsep pergerakan kromosom yang didasari oleh aktivitas gelendong mitosis.

Kelima, Jurnal *The American Biology Teacher*, 68(8):e117-e123 oleh Richard Alan Grumbine tahun 2006 yang berjudul: *Using Manipulatives To Teach Basic Mendelian Genetics Concepts*. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan lego balok sebagai representasi dari alel. Lego dengan bentuk yang berbeda mempresentasikan alel yang berbeda dalam hal ini alel dominan dan alel resesif. Kemudian lego/alel disilangkan satu sama lain seperti persilangan mendel.

Hasil penggunaan media ini adalah peserta didik merasa terbantu dalam memahami materi yang abstrak sehingga lebih memahami materi tersebut.

Penelitian di atas berbeda dengan penelitian yang akan diteliti karena pemilihan material yang digunakan peneliti adalah “lego miniset”. Selain itu perbedaan berikutnya adalah materi yang diangkat yaitu materi Siklus sel, Mitosis dan Meiosis. Adapun persamaannya adalah penggunaan lego sebagai media pembelajaran biologi.

Keenam, Jurnal Biodi, 2(1):20-26 oleh Nabella W.A. dan Mia Aina tahun 2016 yang berjudul: *Pengembangan Multimedia Interaktif Menggunakan Camtasia Studio 8 Pada Pembelajaran Biologi Materi Kultur Jaringan Untuk Siswa SMA Kelas XI MIA*. Dalam penelitian ini peneliti mengembangkan multimedia berupa CD yang dapat digunakan dalam pembelajaran kultur jaringan. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Hasil validasi materi yang dilakukan sebanyak tiga tahap dengan skor akhir 80% termasuk kategori sangat baik. Hasil ujicoba kelompok kecil di kelas XII MIA 1 diperoleh persentase 92%, di kelas XII MIA 2 diperoleh persentase 92%, di kelas XII MIA 4 diperoleh persentase 91,33% termasuk kategori sangat baik.

Penelitian di atas berbeda dengan penelitian yang akan diteliti yaitu produk yang dikembangkan adalah *mock-up* untuk

simulasi. Selain itu perbedaan berikutnya adalah materi yang diangkat yaitu materi Siklus sel, Mitosis dan Meiosis. Adapun persamaannya adalah penggunaan metode pengembangan ADDIE.

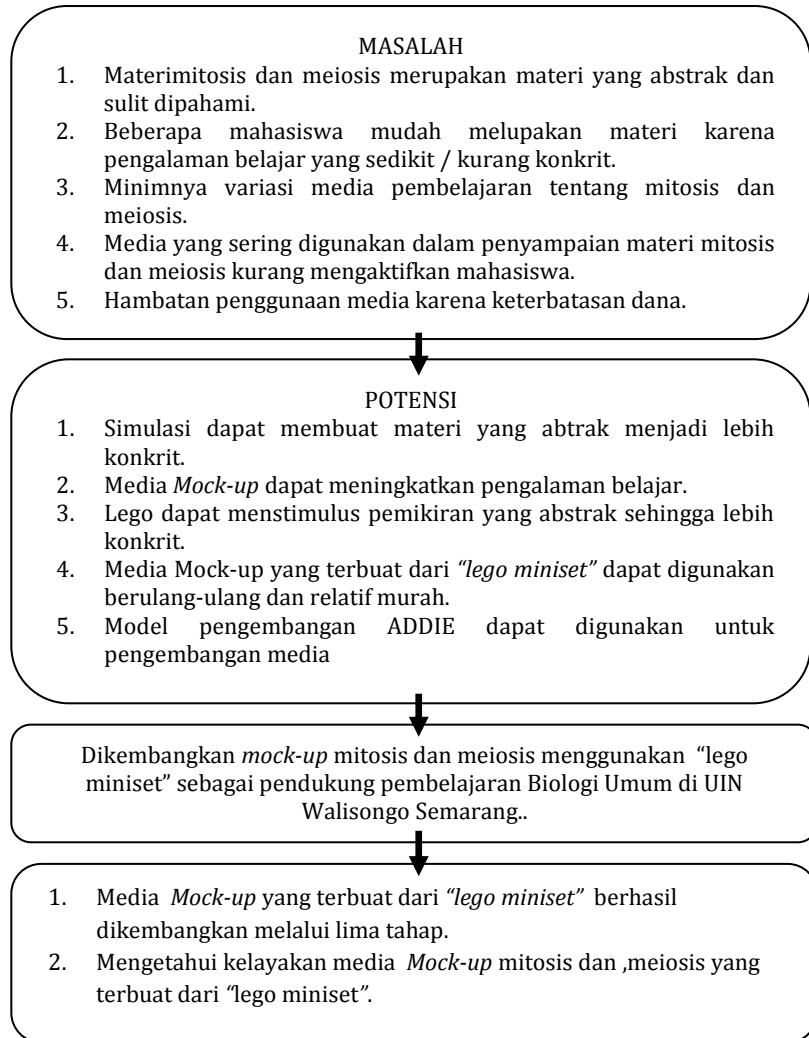
Ketujuh, Jurnal Biodik3(2):102-111 oleh Harlis dan Budiarti tahun 2017 yang berjudul: *Pengembangan Bahan Ajar Praktikum dan Instrumen Penilaian Berbasis Keterampilan Proses Sains Pada Mata Kuliah Mikologi Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jambi*. Dalam penelitian ini peneliti mengembangkan bahan ajar yang dapat digunakan dalam mata kuliah mikologi. Metode pengembangan yang digunakan adalah metode ADDIE. Hasil penelitian ini didapat uji validitas bahan ajar praktikum rata-rata validitas 3,15 (kategori valid), validitas instrumen diperoleh rata-rata nilai dari validator 3,12 (kategori valid). Uji praktikalitas dari keterlaksanaan praktikum menunjukkan rata-rata 3,56 (kategori praktis), dan dari angket respon mahasiswa dengan rata-rata 3,51 (kategori praktis). Hasil uji efektivitas diperoleh rata-rata aktivitas siswa dengan rata-rata nilai 81,65 (kategori sangat tinggi). Dengan demikian dapat disimpulkan bahan ajar praktikum dan instrumen penilaian berbasis keterampilan proses sains yang dikembangkan berada pada kategori valid, praktis dan sangat efektif.

Penelitian di atas berbeda dengan penelitian yang akan diteliti yaitu produk yang dikembangkan adalah *mock-up* untuk simulasi. Selain itu perbedaan berikutnya adalah materi yang

diangkat yaitu materi Siklus sel, Mitosis dan Meiosis. Adapun persamaannya adalah penggunaan metode pengembangan ADDIE.

C. Kerangka Berfikir

Berdasarkan uraian latar belakang dan tinjauan pustaka, dibuat kerangka berpikir yang ditunjukkan pada bagan berikut:



Gambar 2.5 Skema kerangka berfikir

BAB III

METODE PENELITIAN

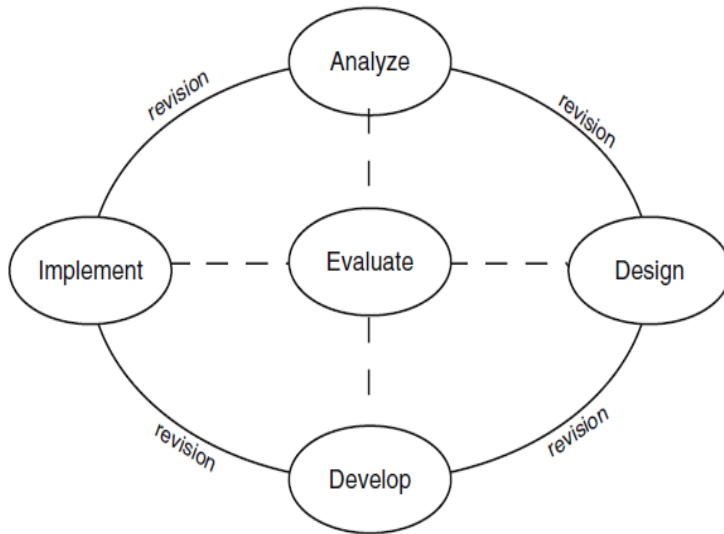
A. Model Pengembangan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan (*Research and Development*). Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan untuk dapat menghasilkan produk tersebut digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan, untuk menguji keefektifan produk tersebut supaya dapat berfungsi di masyarakat luas. Dalam penelitian dan pengembangan ini peneliti menggunakan model penelitian model prosedural, yaitu model yang bersifat deskriptif, menunjukkan langkah-langkah yang harus diikuti untuk menghasilkan produk. (Puslitjaknov, 2008)

Model penelitian ini menggunakan model *ADDIE* terdiri dari lima fase atau tahap utama yaitu *(A)nalysis*, *(D)esign*, *(D)evelopment*, *(I)mplementasi*, dan *(E)valuation* (Branch, 2009).

B. Prosedur Pengembangan

Adapun prosedur pengembangan dalam penelitian ini menurut model *ADDIE* dapat dilihat pada gambar 3. 1 berikut:



Gambar 3.1 Skema model ADDIE
(Branch, 2009)

1. *Analysis* (Analisis Kebutuhan)

Tujuan tahap menganalisis (*analyze*) ini yaitu untuk mengidentifikasi kemungkinan penyebab dari ketidakseimbangan kondisi nyata dengan kondisi ideal (*performance gap*) atau masalah yang ada di lingkungan (Branch, 2009).

Pengembangan media ini diawali dengan menganalisis beberapa permasalahan dan kebutuhan yang diperlukan oleh peserta didik. Beberapa permasalahan dan kebutuhan tersebut meliputi: pemilihan materi, pengidentifikasian bagian-bagian sulit pada materi, pengalaman dan kebutuhan metode

pembelajaran, pengalaman dan kebutuhan media pembelajaran, dan kriteria kedalaman materi.

Data kondisi nyata/ lapangan diketahui melalui observasi dan penyebaran kuesioner kepada responden. Hasil observasi dan kuesioner dianalisis menggunakan rumus persentase, yaitu jumlah responden yang memilih opsi tertentu dibagi jumlah keseluruhan responden, hasil pembagian tersebut kemudian dikalikan 100%.

Data kondisi ideal didapat dari hasil analisis kuesioner yang dipadukan dengan dokumentasi sumber literasi yang relevan. Beberapa sumber literasi yang dapat digunakan yaitu buku, jurnal, artikel dan lain sebagainya.

Evaluasi pada tahap ini adalah beberapa masukan analisis data kuesioner oleh dosen pembimbing dalam bentuk deskriptif. Masukan yang didapat digunakan sebagai poin penting yang harus ditekankan pada tahap berikutnya.

2. *Design (Desain Produk)*

Desain produk merupakan rancangan dari produk yang akan dibuat. Rancangan ini harus dimaksudkan untuk memperkecil kesenjangan antara kondisi nyata dengan kondisi ideal (Branch, 2009).

Desain yang baik akan mempermudah pembuatan produk. Pembuatan produk diawali dengan menuliskan alur pembuatannya terlebih dahulu, kemudian membuat konsep

media dengan mengkaji kesesuaian bentuk tiruan dengan konsep materi mitosis dan meiosis. Proses evaluasi desain dilakukan oleh dosen pembimbing berupa masukan-masukan terhadap desain yang dibuat.

Data yang diperoleh berupa dokumentasi hasil desain, serta data deskriptif evaluasi dari dosen pembimbing.

3. *Develop* (Pengembangan Produk)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk memvalidasi media pembelajaran yang diteliti yaitu media pembelajaran Biologi *Mock-Up* Mitosis dan Meiosis Menggunakan “lego miniset” (Branch, 2009).

Validasi yang dilakukan untuk mengetahui kelayakan media meliputi isi atau materi dan tampilan media. Dalam hal ini yang dilibatkan dalam penelitian adalah ahli media sekaligus ahli materi yang merupakan dosen Biologi yang ahli dalam bidangnya.

Hasil dari validasi ahli materi dan ahli media tersebut menghasilkan media pembelajaran Biologi *Mock-Up* Mitosis dan Meiosis Menggunakan “lego miniset” yang merupakan hasil revisi dari saran ahli materi dan ahli media. Media yang sudah direvisi tersebut kemudian divalidasi kembali oleh dosen biologi umum. Validasi oleh dosen biologi umum ini bertujuan untuk memperoleh kelayakan media, saran maupun komentar sebelum ke tahap uji lapangan.

4. *Implementation (Pelaksanaan)*

Tahap implementasi berisi pelaksanaan uji coba produk yang telah dikembangkan kepada sejumlah responden. Uji lapangan dilakukan pada mahasiswa semester satu Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang yang berjumlah 68 peserta didik. Uji lapangan dilakukan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap media yang dikembangkan dalam menunjang proses pembelajaran.

Hasil uji lapangan tersebut, kemudian dianalisa untuk mengetahui kelayakan dari media pembelajaran Biologi *Mock-Up* Mitosis dan Meiosis Menggunakan “lego miniset” yang telah dikembangkan serta tanggapan dan saran dari peserta didik yang nantinya digunakan untuk memperbaiki atau penyempurnaan media.

5. *Evaluation (Evaluasi)*

Tujuan dari tahap Evaluasi adalah untuk menilai kualitas produk dan proses pengajaran, baik sebelum dan sesudah implementasi (Branch, 2009). Evaluasi sebelum implementasi merupakan perbaikan-perbaikan yang telah dilaksanakan pada tahap sebelumnya. Sedangkan evaluasi sesudah implementasi dilakukan untuk mengetahui hasil penilaian responden (tahap implementasi) terhadap kelayakan media.

Hasil penilaian tersebut berdasarkan data yang diperoleh dari uji kelayakan oleh peserta didik serta hasil jawaban pada penguasaan konsep. Selanjutnya, data tersebut dianalisis sesuai kriteria yang ditetapkan. Kritik dan saran dari responden terhadap media sangat diperlukan untuk mengevaluasi produk secara keseluruhan.

C. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada masa perkuliahan semester Gasal tahun 2018/2019.

D. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah seluruh peserta didik (68 mahasiswa) semester satu Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang tahun ajaran 2018/2019.

E. Teknik Pengumpulan Data

1. Jenis Data

Jenis data dalam penelitian ini adalah data kualitatif dan data kuantitatif, yaitu:

- a) Data kualitatif merupakan data tentang proses pengembangan media pembelajaran Biologi *Mock-Up* Mitosis dan Meiosis Menggunakan “lego miniset” yaitu kritik, saran, dan komentar dari ahli materi, ahli media, dosen biologi umum, dan peserta didik terhadap media yang dikembangkan.
- b) Data kuantitatif merupakan data pokok dalam penelitian tentang media pembelajaran Biologi *Mock-Up* Mitosis dan Meiosis Menggunakan “lego miniset” yang didapatkan dari skor validasi oleh ahli materi, ahli media, dosen biologi umum, dan peserta didik yang dikonversi ke dalam bentuk persentase.

2. Instrumen Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan oleh peneliti untuk mengetahui kelayakan media adalah:

- a) Teknik Observasi

Secara umum, pengertian observasi adalah cara menghimpun bahan-bahan keterangan (data), yang dilakukan dengan mengadakan pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap fenomena-

fenomena yang sedang dijadikan sasaran pengamatan. Observasi dijadikan sebagai alat evaluasi banyak digunakan untuk menilai tingkah laku atau proses terjadinya suatu kegiatan yang dapat diamati, baik dalam situasi yang sebenarnya maupun dalam situasi buatan (Sudijono, 2015: 76).

Tujuan utama observasi adalah a) untuk mengumpulkan data dan informasi mengenai suatu fenomena, baik berupa peristiwa maupun tindakan, dan b) untuk mengukur perilaku kelas (baik guru maupun peserta didik), interaksi antara peserta didik dan guru, dan faktor-faktor yang dapat diamati seperti kecakapan sosial (Arifin, 2014: 153).

b) Teknik Angket

Angket atau kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang efisien, yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab (Sugiyono, 2016: 142).

Angket dalam penelitian ini terbagi menjadi tiga jenis, yaitu angket terbuka/ kuesioner untuk mengetahui kebutuhan media pada peserta didik, angket uji validasi media oleh para ahli, dan angket untuk mengetahui tanggapan atau respon peserta didik terhadap media

pembelajaran Biologi Mock-Up Mitosis dan Meiosis Menggunakan “lego miniset”.

Angket kelayakan media pembelajaran Biologi Mock-Up Mitosis dan Meiosis Menggunakan “lego miniset” menggunakan skala *Likert* dengan lima alternatif jawaban yaitu sangat baik, baik, cukup, kurang baik, sangat kurang baik (Sugiyono, 2016: 93). Skala *likert* ini digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok tentang suatu kejadian (Riduwan, 2012: 20). Angket dalam penelitian ini terdapat rubrik pada atau penilaian yang diungkapkan dengan kata-kata, yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Skala *Likert* Pernyataan Positif

Pernyataan	Keterangan
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang Baik (KB)	2
Sangat Kurang (SK)	1

(Riduwan, 2012: 21)

Berikut beberapa angket yang digunakan dalam penelitian ini, adalah:

1) Angket untuk ahli materi

Angket ini digunakan untuk memperoleh data berupa kualitas media pembelajaran Biologi Mock-Up Mitosis dan Meiosis Menggunakan “lego

miniset”ditinjau dari aspek pembelajaran. Aspek penilaian mediaoleh ahli materi dapat dilihat pada lampiran6.

2) Angket untuk ahli media

Angket ini digunakan untuk memperoleh data berupa kualitas media pembelajaran Biologi Mock-Up Mitosis dan Meiosis Menggunakan “lego miniset”ditinjau dari aspek tampilan media. Aspek penilaian media Biodakon oleh ahli media dapat dilihat pada lampiran 7.

3) Angket untuk dosen biologi umum.

Angket ini digunakan untuk memperoleh data mengenai penilaian dosen biologi umum terhadap media pembelajaran Biologi Mock-Up Mitosis dan Meiosis Menggunakan “lego miniset”. Aspek penilaian media Biodakon oleh dosen biologi umum dapat dilihat pada lampiran8.

4) Angket untuk peserta didik

Angket ini digunakan untuk memperoleh data mengenai tanggapan atau respon peserta didik terhadap media pembelajaran Biologi Mock-Up Mitosis dan Meiosis Menggunakan “lego miniset”. Aspek tanggapan peserta didikterhadap media dapat dilihat pada lampiran9.

Menurut Arifin (2014: 166) menjelaskan bahwa teknik angket atau kuesioner ini memiliki keuntungan dan kelemahan. Keuntungan dari teknik angket atau kuesioner ini, antara lain: a) responden dapat menjawab dengan bebas tanpa dipengaruhi oleh hubungan dengan peneliti atau penilai, dan waktunya relatif lama sehingga objektivitas dapat terjamin; b) informasi atau data terkumpul lebih mudah karena itemnya homogen; c) dapat digunakan untuk mengumpulkan data dari jumlah responden yang besar yang dijadikan sampel. Adapun kelemahan dari teknik angket adalah: a) ada kemungkinan angket diisi oleh orang lain; b) hanya diperuntukkan bagi yang dapat melihat saja; dan c) responden hanya menjawab berdasarkan jawaban yang ada.

c) Teknik Dokumentasi

Dokumentasi merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumentasi bisa berbentuk tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seseorang. (Sugiyono, 2016). Teknik dokumentasi ini dilakukan selama tahap pengembangan berlangsung. Hasil dokumentasi berupa sumber literatur yang relevan, catatan bimbingan, perangkat angket, perangkat media

yang dikembangkan, foto proses implementasi dan lain sebagainya.

F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data merupakan suatu langkah setelah data terkumpul dari hasil pengumpulan data, kemudian data tersebut diolah (*analysis*) (Arikunto, 2013: 278). Metode analisis yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan ini merupakan analisis yang mampu mendukung tercapainya tujuan dari kegiatan penelitian dan pengembangan yaitu kelayakan media pembelajaran Biologi Mock-Up Mitosis dan Meiosis Menggunakan “lego miniset”.

1. Analisis Data Kualitatif

Teknik analisis data yang digunakan dalam analisis data kualitatif adalah reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan. Menurut Miles dan Huberman (dalam Sutopo, 2010) reduksi data ialah pemusatan perhatian pada penyederhanaan catatan yang diperoleh. Penyajian data merupakan sekumpulan informasi yang memungkinkan penarikan kesimpulan. Sedangkan penarikan kesimpulan merupakan pencarian makna yang terkandung dalam informasi.

2. Analisis Data Kuantitatif

Teknik analisis data yang digunakan dalam analisis data kuantitatif adalah analisis validitas yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan media pembelajaran Biologi Mock-Up Mitosis dan Meiosis Menggunakan “lego miniset” yang didasarkan pada validasi ahli materi, validasi ahli media, dan validasi oleh dosen biologi. Hasil dari validasi para ahli dapat dihitung tingkat kelayakan media. Data yang diperoleh dari angket dianalisis secara deskriptif persentase menggunakan rumus persentase berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor tertinggi}} \times 100 \%$$

Ketentuan dalam memberikan makna dan pengambilan keputusan digunakan ketentuan yang dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 3.2 Interpretasi skor dalam penilaian kelayakan media

No.	Persentase Penilaian	Interpretasi
1.	81% - 100%	Sangat Layak
2.	61% - 80%	Layak
3.	41% - 60%	Cukup Layak
4.	21% - 40%	Tidak Layak
5.	0% - 20%	Sangat Tidak Layak

(Ernawati, 2017: 207)

3. Tanggapan Peserta Didik terhadap Media

Data yang diperoleh melalui angket tanggapan peserta didik akan diuraikan secara deskriptif naratif. Analisis ini digunakan untuk mengolah data yang diperoleh dari angket berupa deskriptif persentase. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor tertinggi}} \times 100 \%$$

Ketentuan dalam memberikan makna dan pengambilan keputusan digunakan ketetapan yang dapat dilihat pada tabel 3.2 mengenai Interpretasi skor dalam penilaian kelayakan media. Hasil tanggapan peserta didik ini bertujuan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap media serta mengetahui kelayakan media sebagai media pembelajaran Biologi umum di UIN Walisongo Semarang.

BAB IV

DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA

Bagian ini merupakan keseluruhan pembahasan penelitian yang ditujukan untuk menjawab rumusan masalah pada bab sebelumnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan model penelitian *ADDIE*.

Rumusan masalah pertama mengenai karakteristik desain *mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan “lego miniset” sebagai pendukung pembelajaran biologi umum di UIN Walisongo Semarang akan dibahas pada tahap *Analyze* dan *Design*. Sedangkan rumusan masalah kedua, mengenai kelayakan *mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan “lego miniset” layak digunakan sebagai pendukung pembelajaran biologi umum di UIN Walisongo Semarang dapat terjawab pada tahap *Development*, *Implement* dan *Evaluate*.

A. Deskripsi Prototipe Produk

Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan produk berupa *mock-up* mitosis dan meiosis yang dapat digunakan sebagai media untuk mahasiswa pendidikan biologi pada mata kuliah biologi umum. Penelitian dan pengembangan yang dilakukan menggunakan alur pengembangan perangkat pembelajaran *ADDIE* (*analyze, design, develop, implement* dan *evaluate*) oleh Branch (2009).

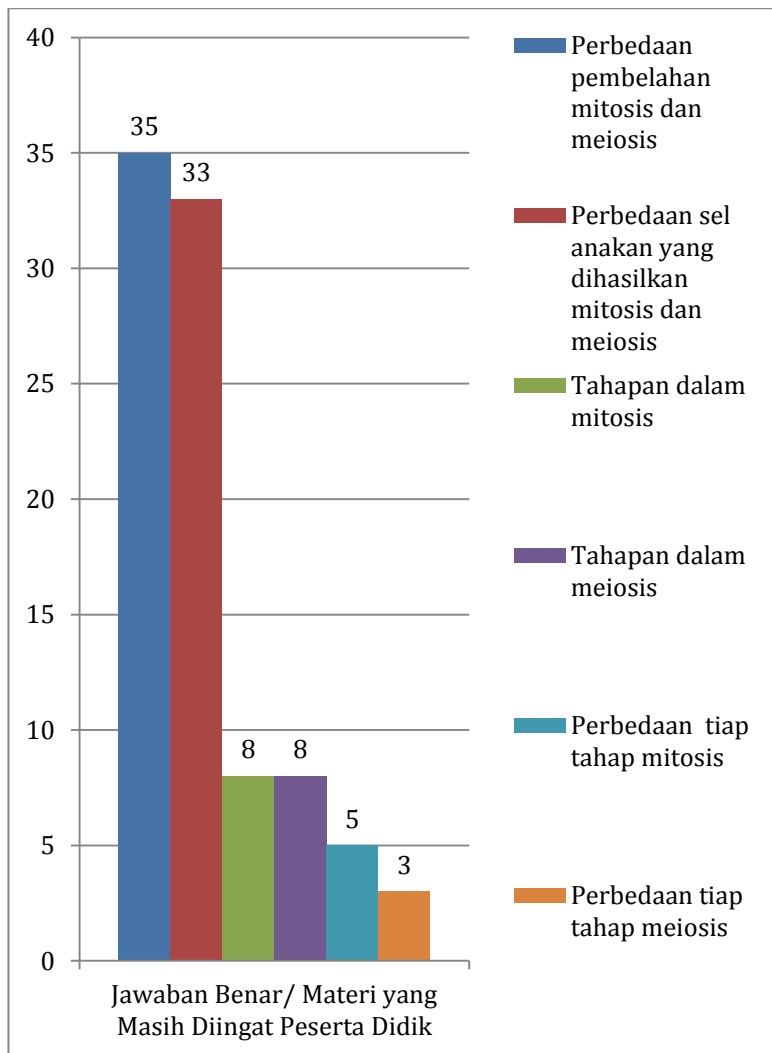
1. *Analyze*

Tujuan tahap menganalisis (*analyze*) ini yaitu untuk mengidentifikasi kemungkinan penyebab dari ketidakseimbangan kondisi nyata dengan kondisi ideal (*performance gap*) atau masalah yang ada di lingkungan.

Metode yang digunakan peneliti untuk mengidentifikasi masalah yaitu dengan melakukan observasi dengan penyebaran kuesioner. Sedangkan kondisi ideal didapati dari observasi dan studi literasi. Observasi dilakukan pada tanggal 4 Desember 2018 kepada mahasiswa semester satu pendidikan biologi UIN Walisongo Semarang. Kuesioner bertujuan untuk mengenal pengalaman belajar mahasiswa yang telah mempelajari materi mitosis dan meiosis di SLTA (Lampiran 5).

a. Analisis materi

Materi mitosis dan meiosis dipandang sebagai materi yang bersifat abstrak dan dapat menimbulkan miskonsepsi kepada peserta didik. Proses dari mitosis dan meiosis secara konseptual sulit bagi peserta didik. Hal ini merisaukan pendidik karena proses mitosis dan meiosis ini sangat fundamental untuk mempelajari konsep berikutnya seperti pertumbuhan, reproduksi dan umum (Cordero & Szweczak dalam Clark & Mathis, 2000).



Gambar 4.1 Grafik analisis penguasaan materi mitosis dan meiosis

Berdasarkan kuesioner yang telah dibagikan kepada 65 mahasiswa, diketahui bahwa 100% dari responden telah

mempelajari materi mitosis dan meiosis di SLTA. Sebagian besar mahasiswa dapat membedakan banyaknya pembelahan pada mitosis dan meiosis (35 mahasiswa/ 54%) serta perbedaan jumlah hasil anaknya (35 mahasiswa/ 51%). Akan tetapi hanya sebagian kecil yang dapat mengingat nama tiap tahapan mitosis dan meiosis yaitu berjumlah 8 mahasiswa (12%). Lebih lanjut, dari keseluruhan responden (65 mahasiswa) pendidikan biologi semester satu UIN Walisongo Semarang tahun ajaran 2018/2019 masih banyak yang kurang ingat tiap tahapan pembelahan mitosis (60 mahasiswa/ 92%) dan tiap tahapan meiosis (62 mahasiswa/ 95%) (Lampiran 4 dan 5).

Berdasarkan kuesioner tersebut dapat dianalisis bahwa kesulitan terbesar mahasiswa adalah memahami detail tiap tahapan mitosis dan meiosis. Sedangkan konsep berapa kali sel membelah dan perbedaan hasil anakan dianggap sudah dikuasai oleh mayoritas mahasiswa.

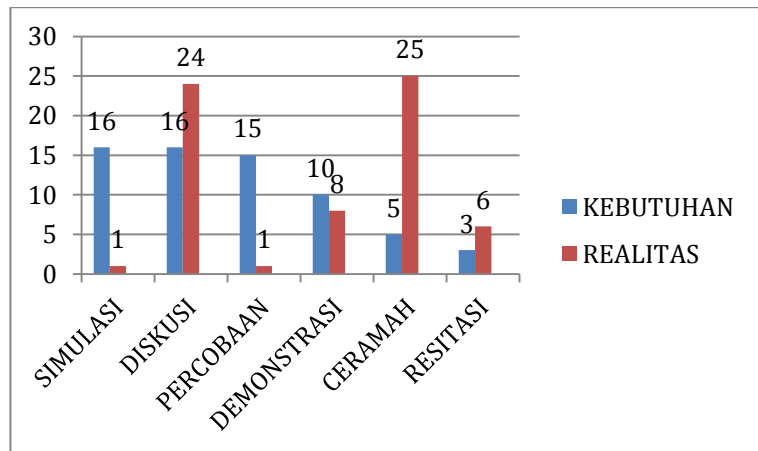
Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Smith (seperti yang dikutip dalam Chinnici, Neth & Sherman, 2006) tentang beberapa kesalahan konsep yang terjadi pada peserta didik adalah 3 pokok berikut; duplikasi kromosom, pasangan kromosom, dan pemisahan kromosom.

Ketiga pokok konsep tersebut merupakan proses dari mitosis dan meiosis yang secara konseptual sulit bagi

peserta didik. Hal ini merisaukan pendidik karena proses mitosis dan meiosis ini sangat fundamental untuk mempelajari konsep berikutnya seperti pertumbuhan, reproduksi dan umum (Cordero & Szwczak dalam Clark & Mathis, 2000).

b. Analisis Metode dan Media Pembelajaran

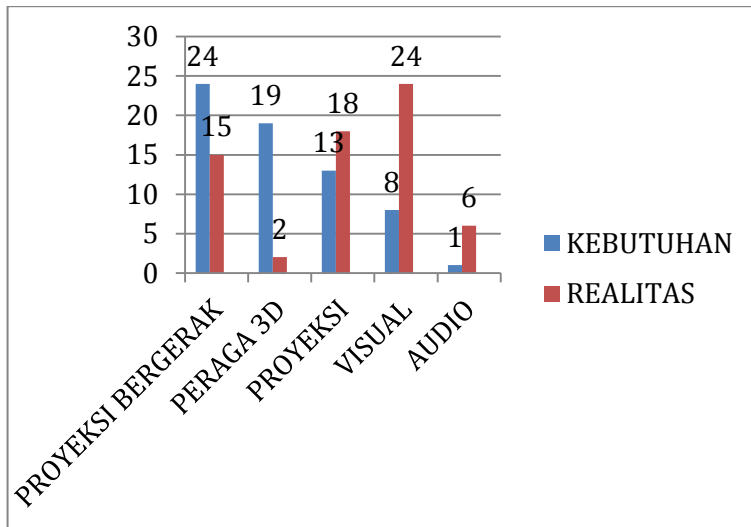
Metode adalah cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan strategi. Sedangkan media adalah perangkat yang menunjang tercapainya tujuan pembelajaran (Sanjaya, 2013).



Gambar 4.2 Analisis metode

Data pengalaman belajar yang didapat dari 65 mahasiswa sewaktu mempelajari mitosis dan meiosis di SLTA menurut kuesioner adalah sebagai berikut. Metode; 38% ceramah, 37% diskusi, 12% demonstrasi, 9% resitasi,

2% percobaan dan 2% simulasi. Sedangkan metode yang dibutuhkan mahasiswa adalah sebagai berikut: Metode; 25% simulasi, 25% diskusi, 23% percobaan 15% demonstrasi, 8% ceramah dan 5% resitasi. (Lampiran 4 dan 5).



Gambar 4.3 Analisis media

Media yang pernah digunakan oleh mahasiswa sewaktu SLTA adalah sebagai berikut; 37% visual, 28% proyeksi, 23% media proyeksi bergerak, 2% media audio, dan 3% media peraga 3D. Sedangkan media yang dibutuhkan mahasiswa adalah sebagai berikut; 37% media proyeksi bergerak, 29% media peraga 3D, 20% proyeksi, 12% visual dan 2% media audio (Lampiran 4 dan 5).

Analisis data pengalaman dan kebutuhan di atas diketahui bahwa metode yang paling banyak diterapkan oleh guru SMA/MA dalam mempelajari materi ini adalah metode ceramah dan diskusi yaitu sebanyak 75% dengan memanfaatkan media proyeksi maupun Video yaitu sebanyak 51%. Hal ini berbanding terbalik dengan pendapat mahasiswa yaitu sebesar 62% menginginkan pembelajaran mitosis dan meiosis dipelajari dengan melakukan aktifitas fisik seperti demonstrasi, percobaan maupun simulasi. Metode diskusi juga masih diperlukan dalam pembelajaran mahasiswa, sedangkan ceramah dan resitasi kurang diminati oleh mahasiswa.

Berdasarkan analisis data tersebut dapat disimpulkan bahwa mahasiswa membutuhkan metode belajar yang mengaktifkan mereka salah satunya yaitu simulasi. Berbagai media dapat digunakan untuk mensimulasikan materi mitosis dan meiosis, salah satunya yaitu alat peraga tiga dimensi.

Hasil kuesioner tersebut sejalan dengan pendapat Munadi (2013), penggunaan media yang tidak melibatkan peran aktif mahasiswa dalam mempelajari materi, memengaruhi minat dan hasil pemahaman mahasiswa. Edgar Dale berusaha memanfaatkan media dalam proses pembelajaran, yaitu dengan mengadakan klasifikasi

pengalaman menurut tingkat dari yang paling konkrit ke yang paling abstrak. Tingkat pengalaman dalam kerucut tersebut berdasarkan seberapa banyak indera yang terlibat di dalamnya. Semakin banyak indera yang terlibat dalam pembelajaran maka semakin konkrit pula pengalaman belajarnya.

Simulasi dipandang berada pada tingkatan paling tinggi (konkrit) setelah pengalaman langsung. Semakin konkrit peserta didik mempelajari bahan pengajaran, maka semakin banyaklah pengalaman yang diperolehnya (Sanjaya, 2015).

Selain itu salah satu media yang dibutuhkan mahasiswa adalah media yang dapat diamati secara langsung, baik itu benda asli atau tiruan (*mock-up*). Hal ini sejalan dengan banyaknya penelitian pengembangan media visual untuk membantu peserta didik mempelajari konsep abstrak (Chinnici, Neth & Sherman, 2006).

Banyak penelitian yang telah membuat model visual dari kromosom. Benang dan kertas dapat digunakan untuk mendemonstrasikan tahap meiosis seperti efek pindah silang, *breakage*, dan rekombinasi (Stencel, 1995). Ada pula yang menggunakan penjepit jemuran kayu (Coleman, 1986), benang dan *chenille stems* (Clark & Mathis, 2000), kaus kaki (Stavroulakis, 2005; Chinnici, 2006) bahkan kromosom

dapat diperankan oleh manusia dengan metode *role-playing* (Chinnici, Yue & Torres, 2004). Penelitian terbaru oleh Keskin & Cam (2017) menggunakan boneka kecil yang di cat sebagai fenotipe hasil dari pindah silang.

c. Analisis Material media

Menurut Wina Sanjaya (2015) salah satu pertimbangan yang digunakan dalam menentukan media yaitu biaya. Mahalnya biaya harus dipertimbangkan dengan aspek manfaatnya. Pengadaan alat peraga yang dapat digunakan berulang juga merupakan salah satu bentuk efisiensi biaya.

“Lego miniset” atau “Lego roket”, merupakan mainan anak-anak dengan harga yang relatif murah. Penggunaanya yaitu dengan menyusun tiap-tiap bagian lego mini untuk dijadikan suatu bentuk baru dengan ukuran yang lebih besar. Mainan ini juga bersifat *reversible* atau dapat di bongkar pasang diubah-ubah bentuknya sesuai keinginan, sehingga mainan ini dapat digunakan berulang-ulang.

Beberapa manfaat dari lego yang dapat dihipunkan adalah sebagai berikut: Lego dapat meningkatkan perkembangan otak anak-anak, meningkatkan konsentrasi, organisasi spasial, meningkatkan kreativitas, dan meningkatkan proses pemecahan masalah (Prastiwi, 2018).

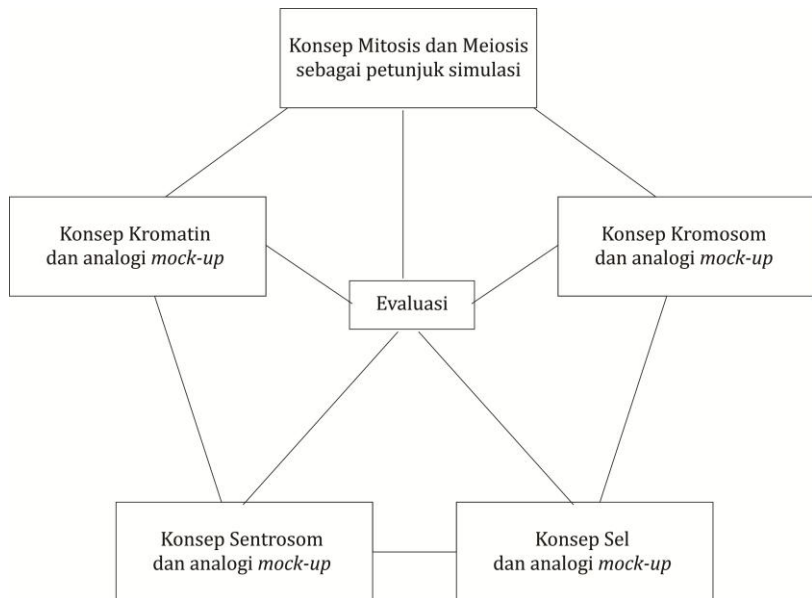
Beberapa pengembangan media pembelajaran menggunakan lego diantaranya adalah lego digunakan sebagai analogi genome (Krikpatrick, Orvis dan Pittendrigh, 2002), lego dalam siklus kelvin (McGroarty dkk, 2004), fenotipe persilangan (Grumbine, 2006), model seleksi alam (Petersen, 2016), model molekuler *biochemical pathways* (Lin, 2017) dan lego sebagai model simulasi evolusi (Hongsermeier, Grandgenett & Simon, 2017).

Berdasarkan analisis tersebut peneliti mendapatkan evaluasi berupa masukan oleh dosen pembimbing Siti Muklishoh S, M. Si untuk menambahkan materi siklus sel. Materi ini dirasa tidak dapat dipisahkan dengan mitosis dan meiosis. Berangkat dari realitas dalam pembelajaran, banyak pendidik yang tidak mengaitkan siklus sel ini dengan materi mitosis dan meiosis, sehingga perlu adanya tambahan siklus sel dalam media ini (Lampiran 21).

2. Design

Desain produk merupakan rancangan dari produk yang akan dibuat. Rancangan ini dimaksudkan untuk memperkecil kesenjangan antara kondisi nyata dengan kondisi ideal yaitu dengan mengembangkan *mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan *mock-up* "lego miniset" yang dapat digunakan sebagai pendukung pembelajaran biologi umum di UIN Walisongo Semarang.

Rancangan media ini memperhatikan kesesuaian konsep kromatin, kromosom, sentrosom, sel serta tahapan mitosis dan meiosis dengan analogi tiga dimensi yang relevan untuk mempresentasikan konsep tersebut. Alur perancangan dapat dilihat pada skema berikut:



Gambar 4.4 Skema desain media

Media ini didesain menggunakan aplikasi Corel DRAW X5 dan menghasilkan beberapa perangkat media. Beberapa tahapan yang telah dilakukan pada tahap perancangan, antara lain:

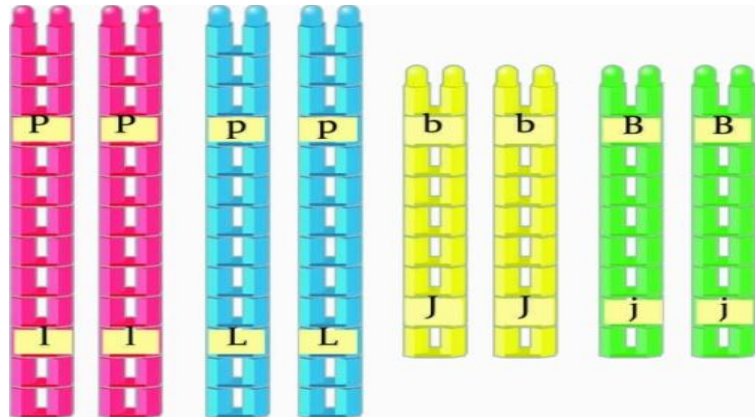
a. Perancangan *mock-up* Kromatin

Perancangan awal media ini adalah membuat desain dari materi genetik berupa kromatin.









Tabel 4.1 Konsep dan analogi kromatin

Konsep	Analogi
Kromatin, kompleks DNA dan protein yang menyusun kromosom eukariot. Saat sel tidak membelah serat kromatin dalam bentuk terurai.	Diibaratkan lego yang memanjang.
Materi genetik didapatkan dari parental Ayah dan Ibu yang homolog.	Diibaratkan lego yang memanjang dan berpasangan dengan ukuran yang sama. Perbedaan warna digunakan untuk mempermudah identifikasi parental. (Ayah: Biru dan Hijau, sedangkan Ibu: Merah dan Kuning)
Alel, salah satu dari versi alternatif sebuah gen yang menghasilkan fenotip tersendiri.	Diibaratkan oleh stiker bertuliskan huruf kapital (alel dominan) dan huruf kecil (alel resesif).
Genotipe, susunan genetik, atau perangkat alel, suatu organisme.	Diibaratkan oleh pasangan stiker dari pasangan lego memanjang.
Fenotipe, sifat fisik dan fisiologis dari suatu organisme yang ditentukan oleh susunan genetiknya.	Fenotipe yang muncul berdasarkan genotipe lego dengan didampingi tabel fenotipe (karakter).
Lokus, lokasi spesifik di sepanjang kromosom tempat gen tertentu berada.	Diibaratkan oleh tempat menempelnya stiker pada lego yang memanjang.
Replikasi DNA mengakibatkan adanya dua kromatin yang identik.	Diibaratkan dengan kembaran lego yang memanjang lengkap dengan stiker alelnya.

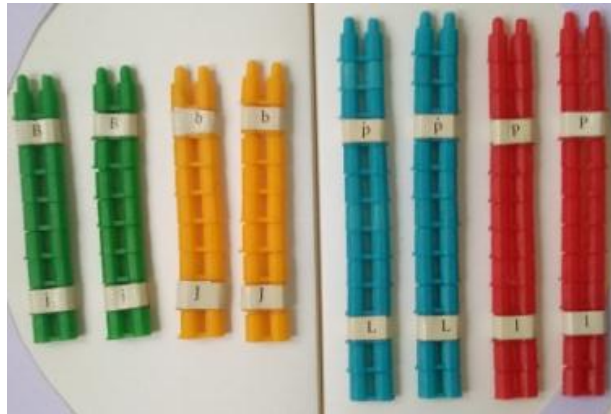
Berdasarkan konsep yang telah dipaparkan didapatkan desain lego kromatin seperti berikut:



Gambar 4.5 Desain kromatin awal

Pod color	Green × Yellow	428:152	2.82:1
	 P Polong Hijau	 p Polong Kuning	
Pod shape	Inflated × Constricted	882:299	2.95:1
	 L Gembung	 l Kempes	
Seed color	Yellow × Green	6,022:2,001	3.01:1
	 B Biji Kuning	 b Biji Hijau	
Seed shape	Round × Wrinkled	5,474:1,850	2.96:1
	 J Biji Bulat	 j Biji Keriput	

Gambar 4.6 Karakter fenotipe (Campbel, 2010)



Gambar 4.4 *Mock-up* kromatin awal

b. Perancangan *mock-up* Kromosom

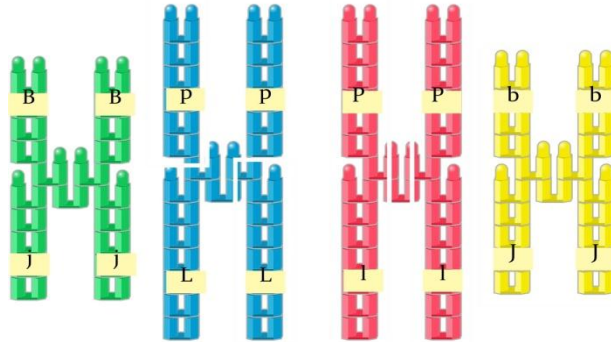
Perancangan kedua media ini adalah membuat desain dari materi genetik berupa kromosom.

Tabel 4.2 Konsep dan analogi kromosom dan kromatid rekombinan

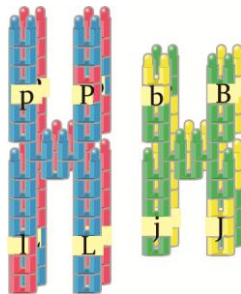
Konsep	Analogi
Kromosom homolog, sepasang kromosom dengan panjang, posisi sentromer, dan pola pewarnaan yang sama, memiliki gen-gen untuk karakter yang sama pada lokus yang bersesuaian. Satu kromosom homolog diwarisi dari induk jantan organisme, sedangkan yang satu lagi dari induk betina.	Diibaratkan oleh pasangan lego yang disusun seperti memiliki empat lengan, memiliki bagian yang menyempit (sentromer), dan ukuran yang sama.

Kromosom terdiri dari dua kromatid saudara.	Diibaratkan dari dua kromatin yang identik membentuk lego dengan empat lengannya.
Lengan pendek pada kromosom di namakan "lengan P".	Diibaratkan oleh lego dengan lengan yang tersusun atas lego yang relatif lebih sedikit (pendek).
Lengan pendek pada kromosom di namakan "lengan Q".	Diibaratkan oleh lego dengan lengan yang tersusun atas lego yang relatif lebih banyak (panjang).
Sentromer, bagian menyempit pada kromosom dan tempat melekatnya dua kromatid saudara paling erat.	Diibaratkan oleh tiga susunan lego dibagian tengah kromosom. Serta didesain dapat memisahkan dua kromatid.
Kinetokor, merupakan bagian pada sentromer tempat melekatnya mikrotubulus dari gelendong mitotik.	Diibaratkan oleh kain perekat (<i>velcro</i>) yang menempel di lego sentromer.
Tahap profase I meiosis, kromosom homolog membentuk tetrad dan mengadakan pindah silang pada salah satu kromatid nonsaudaranya membentuk kromatid rekombinan sedangkan kromatid yang tidak mengalami pindah silang dinamakan kromatid parental.	Pasangan lego dengan posisi sentromer dan ukuran yang sama didekatkan dan alel antar kromatid non saudara ditukar sehingga terdapat kromatid dengan warna lego serta alel yang sudah dikombinasikan.

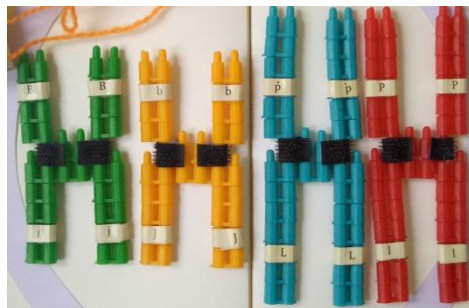
Berdasarkan konsep yang telah dipaparkan didapatkan desain lego kromosom seperti berikut:



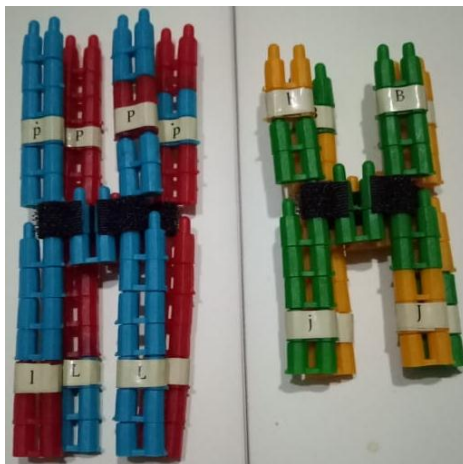
Gambar 4.8 Desain kromosom awal



Gambar 4.9 Desain kromatid rekombinan awal



Gambar 4.10 *Mock-up* kromosom awal



Gambar 4.11 *Mock-up* kromatid rekombinan awal

c. Perancangan *mock-up* Sentrosom

Perancangan ketiga media ini adalah membuat desain dari sentrosom.

Tabel 4.3 Konsep dan desain sentrosom

Konsep	Analogi
Sentrosom struktur yang terdapat dalam sel hewan, penting dalam pembelahan sel berfungsi sebagai pusat pengorganisasi mikrotubulus. Satu kromosom memiliki dua sentriol.	Diibaratkan oleh pipa paralon "T". Dengan sisi vertikal peralon "T" sebagai satu sentriol dan sisi horisontal paralon sebagai satu sentriol lainnya.
Spindel mitosis sekumpulan mikrotubulus dan protein-protein terkait yang terlibat dalam pergerakan kromosom selama mitosis.	Diibaratkan oleh benang wol yang terdapat pada pipa sentrosom.

Berdasarkan konsep yang telah dipaparkan didapatkan desain sentrosom seperti berikut:



Gambar 4.12 Desain sentrosom awal



Gambar 4.13 *Mock-up* sentrosom awal

d. Perancangan *mock-up* Sel eukariot

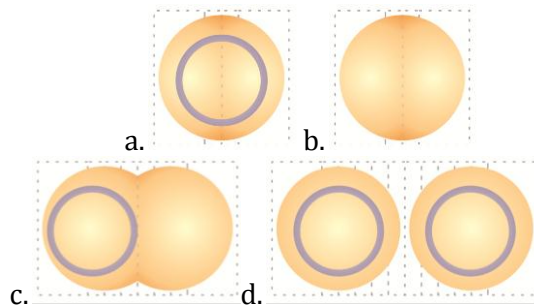
Perancangan awal media ini adalah membuat desain dari sel eukariot.

Tabel 4.4 Konsep dan analogi sel eukariot

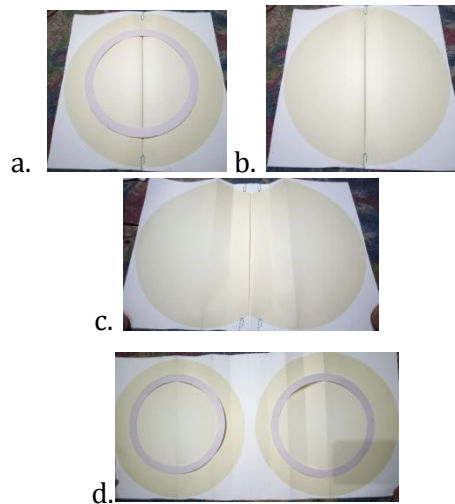
Konsep	Analogi
Sel eukariot, tipe sel dengan nukleus dan organel-organel yang terselubung oleh membran.	Sebuah lingkaran besar dengan lingkaran kecil didalamnya sebagai membran sel terbuat dari kertas albatros.
Fase Prometafase sampai Anafase, membran sel terfragmentasi dan hilang.	Lingkaran kecil yang dapat dicopot.
Fase Sitokinesi Mitosis, menghasilkan dua sel anakan dari satu sel induk.	Dua lingkaran besar sel anakan dilipat sedemikian rupa sehingga tampak menjadi satu lingkaran sel induk.
Fase Anafase dan telofase, sel mengalami pemanjangan.	Dua sel anakan dilipat sedemikian rupa sehingga

	menyerupai satu sel yang memanjang.
Meiosis mengalami 2 kali pembelahan dan menghasilkan empat sel anakan.	Digunakan dua perangkat sel mitosis.

Berdasarkan konsep diatas didapatkan desain sel eukariot seperti berikut:



Gambar 4.14 Desain sel eukariot awal a. Sel eukariot bernukleus b. Sel eukariot nukleus terfragmentasi c. Sel eukariot memanjang saat anafase/telofase d. Sel eukariot anakan dengan membran nukleus anakan ditengahnya (sitokinesis).



Gambar 4.15 *Mock-up* sel eukariot awal a. Sel eukariot bernukleus b. Sel eukariot nukleus terfragmentasi c. Sel eukariot memanjang saat anafase/telofase d. Sel eukariot anakan dengan membran nukleus anakan ditengahnya (sitokinesis).

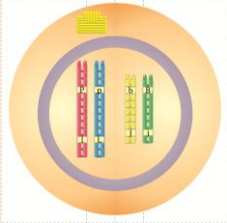
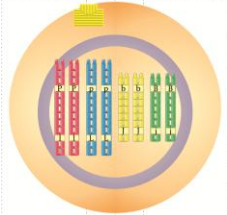
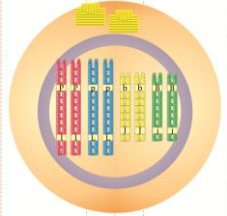
- e. Perancangan simulasi mitosis dan meiosis dan buku petunjuk penggunaan.

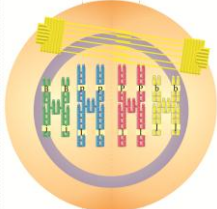
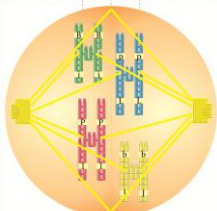
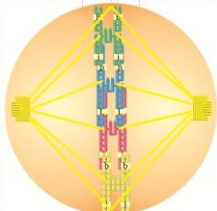
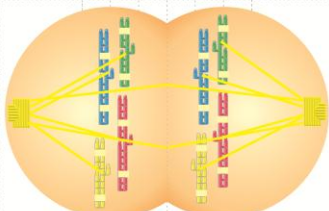
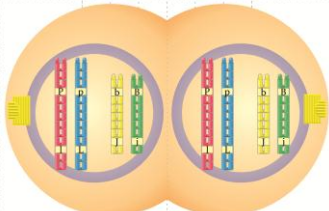
Perancangan simulasi ini adalah membuat langkah dari proses siklus sel, mitosis dan meiosis yang diwujudkan dalam buku petunjuk penggunaan.

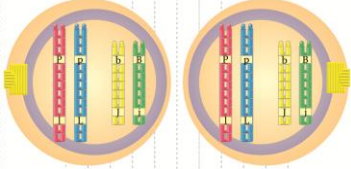
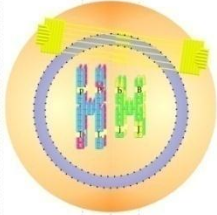
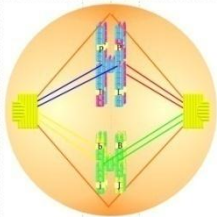
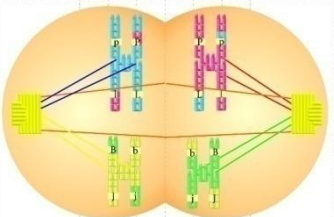
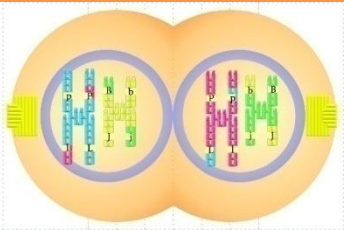
Desain tampilan petunjuk penggunaan ini dengan memaparkan langkah simulasi yang berupa gambar-gambar tahapan siklus sel, mitosis dan meiosis di bagian atas. Sedangkan konsep simulasi mitosis dan meiosis dipaparkan dibagian bawah gambar simulasi.

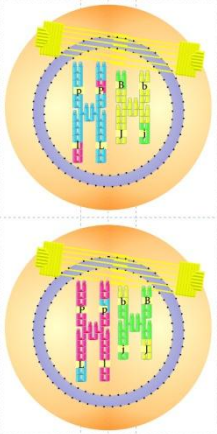
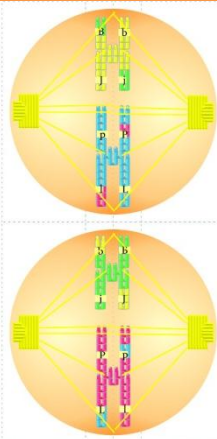
Tahapan yang didesain diantaranya sebagai berikut: Interfase; G1 interfase, S interfase dan G2 interfase. Mitosis; Profase, Prometafase, Metafase, Anafase, Telofase dan Sitokinesis. Meiosis I; Profase I, Metafase I, Anafase I, dan Telofase + Sitokinesis I. Meiosis II; Profase II, Metafase II, Anafase II, dan Telofase + Sitokinesis II.

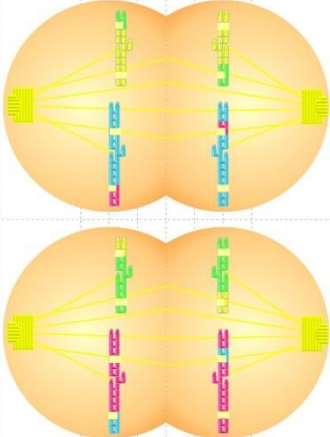
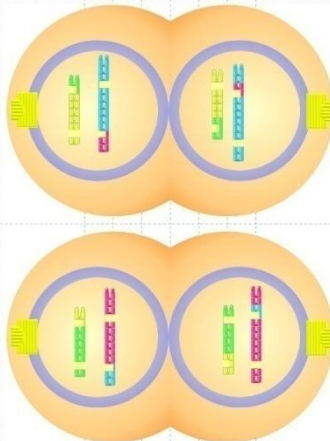
Tabel 4.5 Desain simulasi dan konsep tahapan

Desain simulasi	Konsep
	<p>G1 interfase, sel memiliki membran nukleus, kromatin belum terkondensasi, dan memiliki satu sentrosom.</p>
	<p>S interfase, sel memiliki membran nukleus, kromatin terduplikasi, dan memiliki satu sentrosom.</p>
	<p>G2 interfase, sel memiliki nukleus, kromatin terduplikasi, dan memiliki dua sentrosom.</p>

	<p>Profase, sel memiliki membran nukleus, kromatin sudah terkondensasi menjadi kromosom, dan gelendong mitotik terbentuk.</p>
	<p>Prometafase, membran nukleus terfragmentasi, kromosom menyebar, dan masing-masing kromatid saudara berikatan dengan kutub gelendong yang berbeda.</p>
	<p>Metafase, kromosom berada pada lempeng metafase (bidang khayal dibagian tengah sel)</p>
	<p>Anafase, sel memanjang akibat mikrotubulus nonkinetokor, masing-masing kromatid saudara memisah dan menuju ke kutub yang berlawanan.</p>
	<p>Telofase, gelendong mitotik hilang, membran nukleus mulai muncul kembali, dan kromosom mulai tidak terkondensasi.</p>

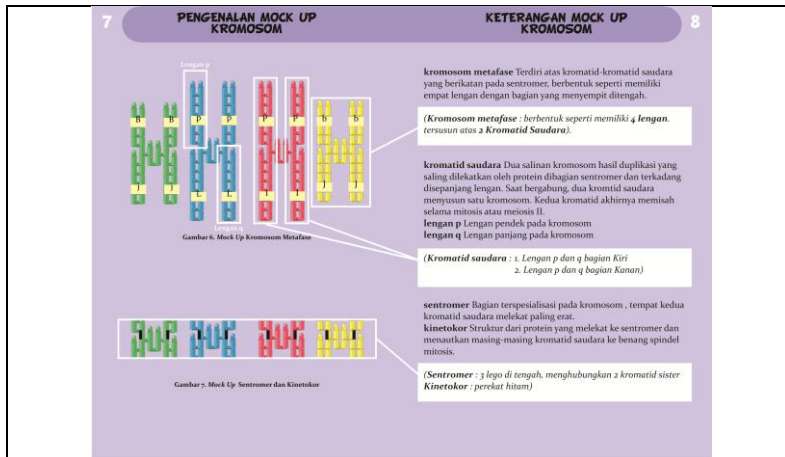
	<p>Sitokinesis, pembelahan sitoplasma menyebabkan terwujudnya dua sel anakan secara utuh dan memiliki materi genetik yang identik.</p>
	<p>Profase I, gelendong mitotik sudah terbentuk, kromosom membentuk tetrad dan mengadakan pindah silang, membran nukleus akan hilang.</p>
	<p>Metafase I, masing-masing kromosom homolog berikatan dengan dua kutub yang berbeda dan berjejer di lempeng metafase.</p>
	<p>Anafase I, sel memanjang, kromosom homolog memisah ke masing-masing kutub yang berlawanan.</p>
	<p>Telofase I, gelendong mitotik hilang, membran nukleus mulai muncul kembali, dan kromosom tidak teruarai guna meiosis ke dua. + Sitokinesis I, pembelahan sitoplasma menghasilkan 2 sel anakan dari sel induk.</p>

	<p>Profase II, gelendong mitotik terbentuk, kromosom terkondensasi, dan membran nukleus akan hilang.</p>
	<p>Metafase II, masing-masing kromatid dari kromosom berikatan dengan kutub gelendong yang berbeda dan kromosom berjejer pada lempeng metafase.</p>

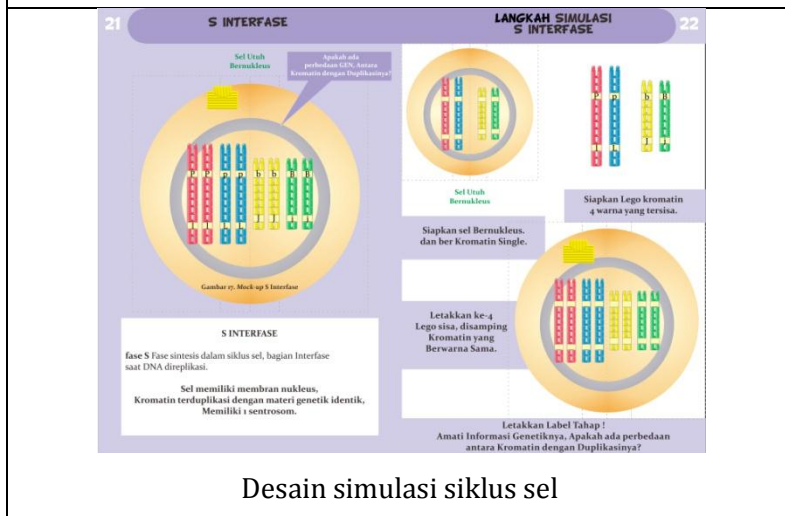
	<p>Anafase II, masing-masing kromatid memisah ke kutub yang berbeda.</p>
	<p>Telofase II, gelendong mitotik hilang, membran nukleus mulai muncul kembali, dan kromatid mulai memudar. +Sitokinesis II, pembelahan sitoplasma menghasilkan empat sel anakan dari dua sel anakan meiosis pertama.</p>

Berdasarkan desain simulasi dan konsep tersebut dibuatlah desain buku petunjuk yang dibagi dalam 4 tahap yaitu: pengenalan media *mock-up*, simulasi siklus sel, simulasi mitosis dan simulasi meiosis. Buku petunjuk didesain dengan menerapkan perbedaan dua latar halaman yaitu halaman berlatar warna ungu sebagai konsep materi dan halaman latar berwarna putih sebagai langkah

penggunaan. Desain buku dapat dilihat pada sampel gambar berikut:



Desain pengenalan media *mock-up* (kromosom)



Desain simulasi siklus sel

35 ANAFASE

Gambar 35. Mock-up Anafase

ANAFASE
Merupakan tahap Mitosis paling pendek, beberapa menit. Protein kohesi membelah, memisahkan Kromatid Saudara secara tiba-tiba. Kedua kromosom bergerak menuju masing-masing Kutub. Sel memanjang saat Mikrotubulus nonkinetokor mendorong ke kutub yang berbeda.

LANGKAH SIMULASI ANAFASE

Lepaskan Ikatan kohesi dengan melepas Lego Sentromer paling bawah pada ke-4 Kromosom. Lihat Gambar!

Lepaskan 4 Penjepit Kertas pada permukaan atas kertas. Lihat Gambar!

Tahan Bagian ini secara bersamaan. Tarik Ke Kanan.

Tahan. Tarik Ke Kiri.

Tahan ke-2 Sentromer dengan kertas background. Lihat Gambar!

Tarik secara bersamaan Sentrosom dan Kertas background ke arah Kiri dan Kanan, sampai Memanjang. Lihat Gambar! Rapihan Kertas Background agar tidak Terlipat.

Amati Media yang telah dibuat! Apa sajakah yang terjadi pada saat Anafase?

Desain simulasi mitosis (anafase)

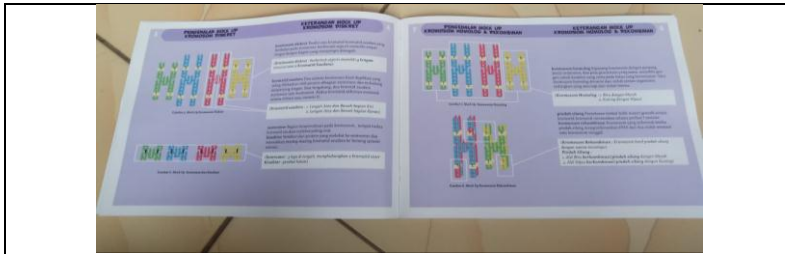
61 ANAFASE II

Gambar 39. Anafase II

KETERANGAN ANAFASE II

ANAFASE II
Kromatid bisa terpisah karena penguraian protein-protein yang menggabungkan kromatid-kromatid saudara di sentromer.

Desain simulasi meiosis (anafase II)



Buku petunjuk penggunaan media

Gambar 4.16 Desain dan petunjuk penggunaan media awal

Desain akhir buku petunjuk dapat dilihat pada lampiran 23. Setiap evaluasi pengembangan media pada tahap berikutnya (*Development*) akan digunakan sebagai acuan merevisi buku petunjuk.

f. Perancangan penguasaan konsep

Perancangan penguasaan konsep ini adalah membuat penguasaan konsep dari proses siklus sel, mitosis dan meiosis yang diwujudkan dalam media *power point* sebagai instrumen evaluasi pembelajaran.

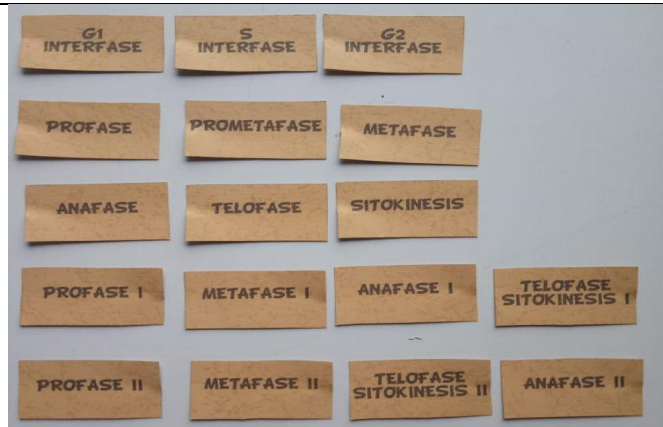
Penguasaan konsep ini didesain dengan cara menggeser gambar sesuai instruksi yang diberikan serta menjawab pertanyaan yang dipaparkan dalam PPT dengan mengetik jawaban dibagian yang telah ditentukan (Lampiran 19). Indikator pencapaian kemampuan akhir (Lampiran 24) dari penguasaan konsep dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Indikator pencapaian kemampuan akhir

Kemampuan Akhir Tiap Pertemuan	Indikator	No Soal
11. Memahami konsep dasar pewarisan sifat (genetika)	1. Membedakan kromosom paternal dan maternal	1
	2. Mengelompokkan homolog kromosom	2
	3. Mengelompokkan kromosom nonhomolog	3
	4. Mengidentifikasi bagian kromosom	4
	5. Menentukan kromosom saudara dan nonsaudara	5
	6. Menentukan kromatid rekombinan dan parental	6
	7. Menentukan diploid haploid sel	7
	8. Mengurutkan fase interfase	8
	9. Mengidentifikasi dan mengurutkan tahapan mitosis	9
	10. Menyebutkan banyaknya replikasi DNA pada Mitosis	10
	11. Menyebutkan banyaknya pembelahan pada mitosis	11
	12. Mengidentifikasi jumlah anakan hasil mitosis	12
	13. Menganalisis sifat anakan hasil Meiosis	13
	14. Mengidentifikasi tahap	14

	Mitosis	
	15. Mengurutkan tahapan meiosis	15
	16. Mengidentifikasi interfase pada meiosis	16
	17. Menyebutkan banyaknya replikasi DNA pada Meiosis	17
	18. Menyebutkan banyaknya pembelahan pada Meiosis	18
	19. Menganalisis sifat anakan hasil Meiosis	19
	20. Membedakan tahapan pada Meiosis I dan Meiosis II	20
	21. Menganalisis perbedaan Mitosis dengan Meiosis	21
	22. Memilih ayat Al-Qur'an yang mempresentasikan pewarisan sifat.	22

Berdasarkan perancangan awal peneliti mendapatkan masukan oleh dosen pembimbing Nur Hayati, M. Si untuk mendesain wadah tempat media serta label tiap tahap simulasi. Media wadah *mock-up* dan label tahap terbuat dari kertas *ivory*, sedangkan wadah besar tempat keseluruhan media terbuat dari kotak kue ukuran 30x30x10 yang telah disesuaikan. Hasil masukan dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Label tahap



Box mock-up



Gambar 4.17 Media masukan dari dosen pembimbing.

3. *Develop*

Tahap pengembangan bertujuan untuk menghasilkan bentuk akhir dari produk yang telah dikembangkan oleh peneliti yaitu berupa *mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan *mock-up* “lego miniset” yang sudah layak digunakan setelah direvisi sesuai masukan dari beberapa validator/para ahli.

a. Uji Validasi oleh Ahli Materi

Uji validasi oleh ahli materi ini bertujuan untuk memperoleh pengakuan kelayakan dan memperoleh masukan perbaikan mengenai media yang dikembangkan, khususnya ditinjau dari aspek pembelajaran yaitu menganalisis dan menilai isi materi pada media yang dikembangkan. Validasi ahli materi dilakukan oleh Arnia

Sari M., M. Sc dan Rohma Istiana, M. Si dosen Pendidikan Bilogi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

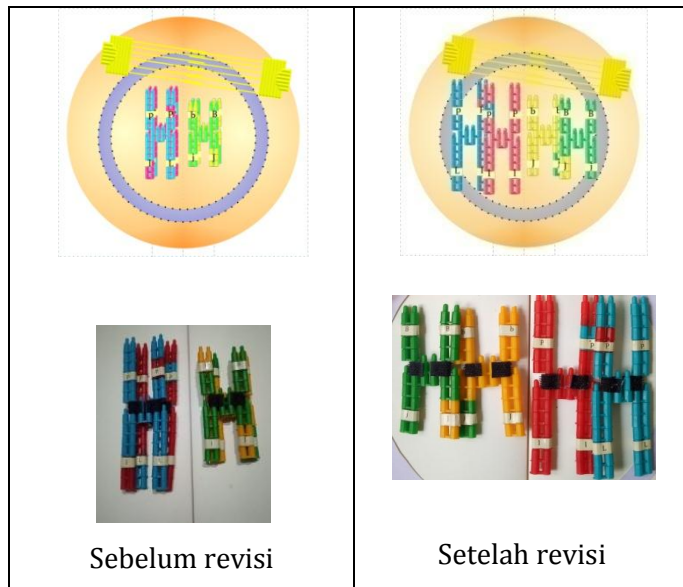
Kelayakan media oleh ahli materi, peneliti menggunakan angket jenis *skala Likert* dengan lima alternatif jawaban yaitu sangat baik, baik, cukup, kurang baik, sangat kurang. Angket validasi ahli materi ini terdapat 24 indikator yang dibagi dalam 3 aspek yaitu aspek pembelajaran, kelayakan penyajian, dan penilaian bahasa. Hasil validasi oleh ahli materi dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Hasil perhitungan angket validasi materi.

No.	Aspek	Persentase	Kategori
1.	Pembelajaran	87%	Sangat Layak
2.	Kelayakan penyajian	90%	Sangat Layak
3.	Penilaian bahasa	83%	Sangat Layak
Keseluruhan		87%	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 4.7 mengenai tingkat pencapaian aspek pembelajaran (isi materi) pada media yang dikembangkan memiliki persentase 87% dengan kategori sangat layak digunakan namun perlu revisi sesuai dengan saran ahli materi. Adapun saran dari ahli materi adalah sebagai berikut:

1) Perbaikan pada pindah silang kromosom profase I



Gambar 4.18 Perbaikan konsep pindah silang.

Berdasarkan arahan dari validator materi Arnia Sari M., M. Sc kesalahan pindah silang konsep awal yaitu semua kromatid saudara mengalami pindah silang dengan kromatid saudara dari homolognya.

Konsep yang benar yaitu, hanya salah satu dari kromatid saudara yang mengalami pindah silang (rekombinan) dengan kromatid homolognya. Satu pasangan kromatid tersisa tidak mengalami pindah silang dinamakan kromatid parental.

Dirubahnya konsep pindah silang pada Profase I ini akan merubah simulasi meiosis tahap berikutnya

(Lihat Tabel 4.5). Tahap simulasi yang sesuai konsep meiosis terdapat pada Lampiran 23.

2) Perbaikan tata tulis.

Perbaikan tata tulis pada buku petunjuk penggunaan dikarenakan kurang memperhatikan huruf kapital dan huruf kecil, kesalahan lainnya yaitu kesalahan pengetikan (*typo*). Perbaikan dilakukan dengan mengecek ulang tulisan yang terdapat pada buku petunjuk.

3) Perbaikan pencantuman nama Author.

Tata penulisan nama author di buku petunjuk penggunaan dirubah sesuai aturan dalam penulisan skripsi. Salah satu contoh perbaikannya yaitu penulisan “(Campbel. 2010)” menjadi (Campbell, dkk, 2010). Penulisan “dkk” diperlukan apabila penulis lebih dari tiga orang. Sedangkan pembatan nama dengan tahun menggunakan tanda (,) koma bukan (.) titik.

b. Uji Validasi oleh Ahli Media

Uji validasi oleh ahli media ini bertujuan untuk memperoleh pengakuan kelayakan dan memperoleh masukan perbaikan mengenai media yang dikembangkan, khususnya dalam hal tampilan media. Validasi ahli media dilakukan oleh Drs. Listiyono, M. Pd dosen Pendidikan Biologi dan M Izzatul Faqih dosen

Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Kelayakan media oleh ahli media, peneliti menggunakan angket jenis skala *Likert* dengan lima alternatif jawaban (sangat baik, baik, cukup, kurang baik, sangat kurang). Angket validasi media terdapat 24 indikator yang dibagi dalam 3 aspek, yaitu aspek tampilan, komunikasi visual, dan manfaat. Hasil validasi oleh ahli media terhadap media dapat dilihat pada tabel 4.8:

Tabel 4.8 Hasil perhitungan angket validasi media.

No.	Aspek	Persentase	Kategori
1.	Tampilan	93%	Sangat Layak
2.	Komunikasi visual	95%	Sangat Layak
3.	Manfaat	90%	Sangat Layak
Keseluruhan		94%	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 4.8 mengenai tingkat pencapaian aspek tampilan media memiliki persentase 94% dengan kategori sangat layak digunakan. Namun, ahli media juga memberikan komentar dan saran terhadap media yang dikembangkan. Saran dari ahli media ini dijadikan dasar untuk memperbaiki media yang dikembangkan agar menjadi lebih baik. Adapun saran dari ahli media adalah sebagai berikut:

1) Perbaikan KD menjadi Kemampuan Akhir

VII INDIKATOR PEMBELAJARAN		VII INDIKATOR PEMBELAJARAN	
KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR PENCAPAIAN	Kemampuan Akhir Topik Perkuliahan	Indikator
3.1 Menganalisis proses pembelahan sel sebagai dasar penurunan sifat dari induk kepada keturunannya.	3.1.1 Mensimulasikan Siklus Sel 3.1.2 Mensimulasikan Pembelahan Mitosis 3.1.3 Mensimulasikan Pembelahan Meiosis 3.1.4 Menyimpulkan proses pembelahan sel sebagai dasar penurunan sifat dari induk kepada keturunannya.	1. Menjelaskan konsep dasar pewarisan sifat (genetika)	1. Menjelaskan peranan protein dan asam lemak 2. Menjelaskan konsep mitosis 3. Menjelaskan perbedaan mitosis dan meiosis 4. Menjelaskan hasil akhir meiosis
4.1 Menyajikan hasil pengamatan pembelahan sel pada sel hewan maupun tumbuhan.	4.1.1 Melaksanakan simulasi Siklus Sel 4.1.2 Melaksanakan simulasi Mitosis 4.1.3 Melaksanakan simulasi Meiosis 4.1.4 Merumuskan proses pembelahan sel sebagai dasar penurunan sifat dari induk kepada keturunannya.	10. Menjelaskan fungsi replikasi DNA pada mitosis 11. Menjelaskan turunkan pembelahan pada mitosis 12. Menjelaskan hasil akhir mitosis 13. Menjelaskan hasil akhir meiosis 14. Menjelaskan fungsi replikasi DNA pada mitosis 15. Menjelaskan turunkan pembelahan pada mitosis 16. Menjelaskan hasil akhir mitosis 17. Menjelaskan hasil akhir meiosis 18. Menjelaskan fungsi replikasi DNA pada mitosis 19. Menjelaskan turunkan pembelahan pada mitosis 20. Menjelaskan hasil akhir meiosis 21. Menjelaskan fungsi replikasi DNA pada mitosis 22. Menjelaskan turunkan pembelahan pada mitosis	5. Menjelaskan peranan protein dan asam lemak 6. Menjelaskan konsep mitosis 7. Menjelaskan perbedaan mitosis dan meiosis 8. Menjelaskan hasil akhir meiosis 9. Menjelaskan hasil akhir mitosis 10. Menjelaskan fungsi replikasi DNA pada mitosis 11. Menjelaskan turunkan pembelahan pada mitosis 12. Menjelaskan hasil akhir mitosis 13. Menjelaskan hasil akhir meiosis 14. Menjelaskan fungsi replikasi DNA pada mitosis 15. Menjelaskan turunkan pembelahan pada mitosis 16. Menjelaskan hasil akhir mitosis 17. Menjelaskan hasil akhir meiosis 18. Menjelaskan fungsi replikasi DNA pada mitosis 19. Menjelaskan turunkan pembelahan pada mitosis 20. Menjelaskan hasil akhir meiosis 21. Menjelaskan fungsi replikasi DNA pada mitosis 22. Menjelaskan turunkan pembelahan pada mitosis

Sebelum Revisi

Setelah Revisi

Gambar 4.19 Perbaikan KD 4.

Perbaikan kompetensi yang semula menggunakan KD diganti Kompetensi Akhir berdasarkan RPS (Lampiran 19).

2) Penambahan implementasi nilai Islam

Penambahan implementasi nilai Islam diletakan pada penguasaan konsep di PPT, dapat dilihat pada gambar berikut:

Integrasi Nilai Islam

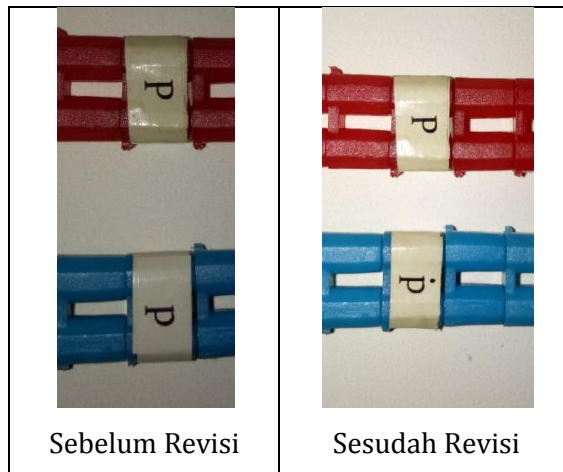
Ayat manakah dibawah ini yang relevan dengan Mitosis atau Meiosis?



Gambar 4.20 Penambahan Nilai Islam

3) Perbaikan font alel

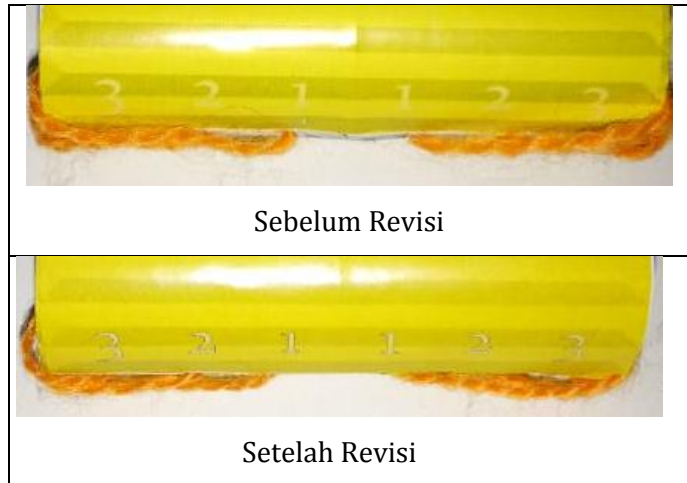
Font alel yang bermasalah pada *mock-up* adalah kurang jelasnya perbedaan P besar (dominan) dengan p kecil (resesif). Oleh karena itu, dibuat pembeda pada p resesif dengan memberi titik dibagian atasnya.



Gambar 4.21 Perbaikan alel P

4) Perbaikan nomor benang mikrotubulus

Perbaikan nomor mikrotubulus yang terdapat pada sentrosom diperlukan untuk mempermudah langkah simulasi.



Gambar 4.22 Perbaikan tulisan sentrosom

c. Uji Validasi oleh Dosen biologi umum

Uji validasi oleh dosen biologi umum bertujuan untuk memperoleh pengakuan kelayakan media yang dikembangkan dan mengetahui tanggapan dosen biologi umum terhadap media yang dikembangkan peneliti. Validasi dilakukan oleh Mirtaati Na'ima, M. Sc dan Tara Puri D. R., M. Sc selaku dosen biologi umum Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Kelayakan media oleh dosen biologi umum diukur menggunakan angket jenis skala *Likert* dengan lima

alternatif jawaban (sangat baik, baik, cukup, kurang baik, sangat kurang) dengan 48 indikator yang dibagi menjadi 6 aspek, yaitu aspek tampilan, komunikasi visual, pembelajaran, kelayakan penyajian, penilaian bahasa, dan manfaat. Hasil validasi dosen biologi umum terhadap media pembelajaran dapat dilihat pada tabel 4.9:

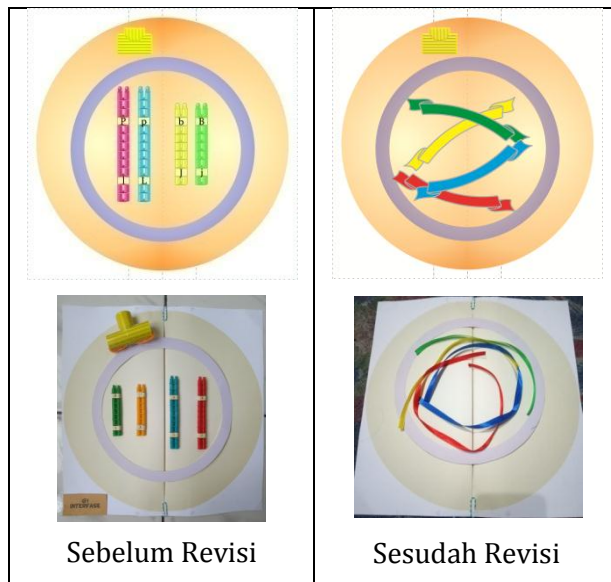
Tabel 4.9 Hasil perhitungan angket dosen biologi umum.

No.	Aspek	Persentase	Kategori
1.	Tampilan	97%	Sangat Layak
2.	Komunikasi visual	97%	Sangat Layak
3.	Pembelajaran	97%	Sangat Layak
4.	Kelayakan penyajian	97%	Sangat Layak
5.	Penilaian bahasa	93%	Sangat Layak
6.	Manfaat	100%	Sangat Layak
Keseluruhan		96%	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 4.9 hasil validasi oleh dosen biologi umum mengenai tingkat pencapaian aspek materi dan tampilan media memiliki persentase 96% dengan kategori sangat layak digunakan dalam pembelajaran dengan revisi. Dosen biologi umum juga memberi komentar terhadap media yang dikembangkan, yaitu:

1) Perbaikan kromatin

Berdasarkan arahan dari dosen validator yaitu Mirta'ati Na'ima, M. Sc kromatin yang dianalogikan oleh lego yang memanjang dapat disalah artikan dengan kromatid. Oleh karena itu, perlu adanya benda lain yang memang benar-benar berbeda dengan mock-up kromosom (lego) semisal pita sebagai kromatinnya.



Gambar 4.23 Perbaikan *mock-up* kromatin

4. *Implement*

Tahapan *implement* bertujuan untuk menyiapkan lingkungan belajar untuk menarik minat peserta didik. Pada penelitian ini, media yang dikembangkan diterapkan dalam

proses pembelajaran skala kecil yaitu 68 mahasiswa pendidikan biologi semester satu UIN Walisongo Semarang.

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 3 Januari 2019. Subjek penelitian merupakan seluruh mahasiswa pendidikan biologi semester satu UIN Walisongo Semarang tahun ajaran 2018/2019. Seluruh mahasiswa berjumlah 68 orang yang dibagi menjadi dua sesi (2x 100 menit). Tiap sesi dibentuk menjadi 4 kelompok besar.

Berikut data terperinci waktu simulasi media yang dapat dilihat pada tabel 4.10:

Tabel 4.10 Alokasi waktu implementasi

No	Kegiatan	Waktu
1	Pengenalan konsep dan media Peneliti menerangkan konsep materi mitosis dan meiosis serta memaparkan analogi-analogi dari <i>mock up</i> dengan metode demonstrasi yang disertai penayangan buku petunjuk melalui media proyeksi.	20 menit
2	Pelaksanaan Simulasi 1) Mahasiswa membentuk empat kelompok beranggotakan 4-8 orang. 2) Setiap kelompok mendapatkan satu kotak <i>mock-up</i> berisikan sebagai	60 menit

	<p>berikut; 12 buah kromatin, 4 buah kromosom, 4 buah sentrosom, 2 buah morfologi sel eukariot, 17 label tahap, dan buku petunjuk penggunaan media.</p> <p>3) Masing-masing kelompok menggunakan Buku Petunjuk Penggunaan Media untuk mengenal konsep, struktur dan fungsi <i>mock-up</i> yang digunakan.</p> <p>4) Masing-masing kelompok mensimulasikan siklus sel, mitosis dan meiosis berdasarkan konsep dan langkah yang disajikan dalam Buku Petunjuk Penggunaan Media.</p>	
3	<p>Membuat penguasaan konsep</p> <p>Akhir sesi simulasi siklus sel dan mitosis serta akhir sesi meiosis kelompok diminta untuk menyelesaikan penguasaan konsep yang tersedia di PPT Penguasaan Konsep.</p>	20 menit

5. *Evaluate*

Tujuan dari tahap Evaluasi adalah untuk menilai kualitas produk dan proses pengajaran, baik sebelum dan sesudah

implementasi (Branch, 2009). Evaluasi sebelum implementasi merupakan bagian saran dan perbaikan yang telah dibahas pada tahap sebelumnya.

Sedangkan evaluasi sesudah implementasi dilakukan untuk mengetahui hasil penilaian responden (tahap implementasi) terhadap kelayakan media. Hasil penilaian tersebut berdasarkan data yang diperoleh dari uji kelayakan oleh peserta didik serta hasil jawaban pada penguasaan konsep. Selanjutnya, data tersebut dianalisis sesuai kriteria yang ditetapkan. Kritik dan saran dari responden terhadap media sangat diperlukan untuk mengevaluasi produk secara keseluruhan.

B. Hasil Uji Lapangan

Data uji lapangan (tahap implementasi) diperoleh melalui angket jenis skala *Liket* dengan lima alternatif jawaban (sangat baik, baik, cukup, kurang baik, sangat kurang). Angket tanggapan peserta didik ini terdapat 32 indikator yang terbagi menjadi 3 aspek, yaitu aspek materi, aspek media, dan aspek manfaat. Adapun hasil rekapitulasi angket tanggapan peserta didik terhadap media dilihat pada tabel 4.11:

Tabel 4.11 Hasil perhitungan tanggapan peserta didik

No.	Aspek	Persentase	Kategori
1.	Media	88%	Sangat Layak
2.	Materi	85%	Sangat Layak
3.	Manfaat	91%	Sangat Layak
Keseluruhan		88%	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 4.11 dapat diketahui bahwa hasil rekapitulasi tanggapan peserta didik terhadap media secara keseluruhan aspek diperoleh rerata skor 88% dengan kategori sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran. Analisis hasil tanggapan peserta didik selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 18.

Peserta didik selain memberikan penilaian dan tanggapan, peserta didik juga memberikan komentar dan saran di lembar angket. Berdasarkan lembar angket, hampir keseluruhan jawaban peserta didik menilai *mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan *mock-up* “lego miniset” menarik dan dapat memahamkan materi yang tadinya bersifat abstrak. Media ini juga dipandang sederhana akan tetapi sangat besar manfaat bagi peserta didik. Pemanfaatan “lego miniset” sebagai material peraga juga menambah kesan bermain dalam pembelajaran sehingga peserta didik dapat menikmati proses belajar.

Berdasarkan jawaban dari 8 kelompok simulasi pada penguasaan konsep, diketahui bahwa responden telah memahami 92% materi mitosis dan meiosis. Banyaknya kesalahan terjadi pada konsep berapa kali replikasi DNA terjadi pada Meiosis

yaitu hanya 3 kelompok yang menjawab benar (Lampiran 20). Hal ini menjadi poin penting untuk ditekankan pada pembelajaran berikutnya. Rincian persentase menjawab benar oleh 8 kelompok soal-soal penguasaan konsep adalah sebagai berikut:

Tabel. 4.12 Hasil evaluasi pembelajaran

No Soal	Indikator	% menjawab benar
1	Membedakan kromosom paternal dan maternal	88%
2	Mengelompokkan homolog kromosom	100%
3	Mengelompokkan kromosom nonhomolog	88%
4	Mengidentifikasi bagian kromosom	88%
5	Menentukan kromosom saudara dan nonsaudara	100%
6	Menentukan kromatid rekombinan dan parental	100%
7	Menentukan diploid haploid sel	100%
8	Mengurutkan fase interfase	100%
9	Mengidentifikasi dan mengurutkan tahapan mitosis	100%
10	Menyebutkan banyaknya replikasi DNA pada Mitosis	88%
11	Menyebutkan banyaknya pembelahan pada mitosis	88%
12	Mengidentifikasi anakan hasil mitosis	100%
13	Menganalisis materi genetik anakan pada mitosis	88%
14	Mengidentifikasi salah satu tahap Mitosis	100%

15	Mengidentifikasi dan mengurutkan tahapan meiosis	100%
16	Mengidentifikasi apakah terjadi interfase pada meiosis	100%
17	Menyebutkan banyaknya replikasi DNA pada Meiosis	38%
18	Menyebutkan banyaknya pembelahan pada Meiosis	88%
19	Mengidentifikasi anakan hasil Meiosis	88%
20	Membedakan tahapan pada Meiosis I dan Meiosis II	88%
21	Membedakan Mitosis dengan Meiosis	100%
22	Mengintegrasikan Mitosis dan Meiosis dengan Nilai Al-Qur'an	100%
NILAI RATA-RATA KESELURUHAN SOAL		92%

C. Analisis Data

Digunakan metode *RnD (Research and Development)* dengan model penelitian *ADDIE* untuk menjawab rumusan masalah penelitian ini. Rumusan masalah pertama terjawab pada tahap *Analyze* dan *Design*. Sedangkan rumusan masalah kedua terjawab pada tahap *Development*, *Implement*. Tahap *Evaluate* merupakan tahap yang berada di tengah-tengah tahapan lainnya dan berfungsi mengetahui hasil dari tiap tahapan tersebut. Hasil yang dinilai kurang akan dilakukan perbaikan, sedangkan hasil yang dinyatakan baik akan diteruskan menuju tahap berikutnya.

Jenis data yang diperoleh dalam penelitian dan pengembangan ini adalah data kuantitatif dan data kualitatif. Data

kuantitatif diperoleh dari skor validasi media oleh ahli materi, ahli media, dosen biologi umum, dan tanggapan peserta didik yang dikonversi ke dalam bentuk persentase. Adapun data kualitatif diperoleh dari kritik, saran, dan komentar dari ahli materi, ahli media, dosen biologi umum, dan peserta didik terhadap media.

1. Karakteristik *Mock-up* Mitosis dan Meiosis

Melalui tahap *Analyze* dan *Design* diketahui Metode dan Media pembelajaran Biologi Umum materi Mitosis dan Meiosis yang dibutuhkan mahasiswa pendidikan biologi UIN Walisongo Semarang adalah metode simulasi dengan pemanfaatan alat peraga tiga dimensi (Lampiran 4 dan 5).

Tahap *Analyze*, berdasarkan kuesioner dapat dianalisis bahwa kesulitan terbesar mahasiswa adalah memahami detail tiap tahapan mitosis dan meiosis (Lampiran 4 dan 5). Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Smith (seperti yang dikutip dalam Chinnici, Neth & Sherman, 2006) tentang beberapa kesalahan konsep yang terjadi pada peserta didik adalah 3 pokok berikut; duplikasi kromosom, pasangan kromosom, dan pemisahan kromosom.

Guna mengatasi kesulitan tersebut peserta didik memandang perlunya menggunakan metode simulasi dengan pemanfaatan alat peraga tiga dimensi (Lampiran 4

dan 5). Hasil kuesioner tersebut sejalan dengan pendapat Munadi (2013), penggunaan media yang tidak melibatkan peran aktif mahasiswa dalam mempelajari materi, mempengaruhi minat dan hasil pemahaman peserta didik.

Lebih lanjut menurut Sanjaya (2015), simulasi dipandang berada pada tingkatan paling tinggi (konkrit) setelah pengalaman langsung. Semakin konkrit peserta didik mempelajari bahan pengajaran, maka semakin banyaklah pengalaman yang diperolehnya.

Didasari dari permasalahan dan kebutuhan tersebut, dikembangkan *mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan “lego miniset”. *Mock-up* yaitu media tiga dimensi yang merupakan tiruan dari benda aslinya (Sanjaya, 2015). Sedangkan lego dipilih karena memiliki banyak kelebihan. Diantara kelebihan dari lego yaitu sebagai berikut: Lego dapat meningkatkan perkembangan otak anak-anak, meningkatkan konsentrasi, organisasi spasial, meningkatkan kreativitas, dan meningkatkan proses pemecahan masalah (Prastiwi, 2018).

Selain itu murah harganya “lego miniset” di pasaran serta penggunaanya yang *reversible* atau dapat di bongkar pasang menjadi pilihan ekonomis untuk dimanfaatkan sebagai material pengembangan media. Prinsip ekonomis ini sejalan dengan pendapat Sanjaya (2015), salah satu

pertimbangan yang digunakan dalam menentukan media yaitu biaya. Mahalnya biaya harus dipertimbangkan dengan aspek manfaatnya. Pengadaan alat peraga yang dapat digunakan berulang juga merupakan salah satu bentuk efisiensi biaya.

Tahap *Design*, dilaksanakan setelah melalui tahap analisis yang telah dipaparkan di atas. Desain yang dilakukan adalah dengan membuat rancangan *mock-up* menggunakan aplikasi Corel DRAW X5 dan menghasilkan beberapa perangkat media awal.

Rancangan *mock-up* tersebut haruslah sesuai dengan konsep materi mitosis dan meiosis. Berdasarkan tabel 4.1; tabel 4.2; tabel 4.3; tabel 4.4; dan tabel 4.5, diketahui dalam menganalogikan materi mitosis dan meiosis harus memperhatikan konsep berikut: struktur kromosom yang tersusun atas kromatin; struktur morfologi kromosom seperti kromatid sister, sentromer dan lengan kromosom; *ploidy*; struktur sentrosom; morfologi sel selama pembelahan berlangsung; replikasi DNA; pemisahan kromosom; pindah silang; dan pengurangan jumlah kromosom pada meiosis.

Perangkat media yang berhasil dikembangkan yaitu: *Mock-up* kromatin yang terbuat dari pita, *mock-up* kromosom yang terbuat dari lego; *mock-up* Sentrosom yang

terbuat dari “pipa T”; *mock-up* sel eukariot yang terbuat dari kertas albatros; buku petunjuk penggunaan; label tahap; kotak *mock-up*; kotak media; dan *softfile* PPT penguasaan konsep.

Mock-up kromatin dan *mock-up* kromosom didesain terdiri dari empat warna yang dianggap dapat mempresentasikan material genetik parental. Warna merah dan kuning mempresentasikan gen maternal, sedangkan warna biru dan hijau mempresentasikan gen paternal.

2. Uji Kelayakan

Media pembelajaran biologi berbasis simulasi mitosis dan meiosis menggunakan *mock-up* “lego miniset” layak digunakan pada pembelajaran biologi umum UIN Walisongo Semarang. Kesimpulan tersebut didasari atas hasil penelitian tahap *Development*, *Implement* dan *Evaluate*. Hasil penelitian dari ketiga tahap tersebut adalah sebagai berikut:

a. Data Kualitatif

Data kualitatif diperoleh dari kritik, saran, dan komentar para ahli dan dosen biologi umum terhadap media awal hasil tahap desain. Data kualitatif ini didapatkan pada tahap *Development* melalui angket validitas. Tujuan tahap ini adalah untuk menghasilkan bentuk akhir dari produk yang telah dikembangkan.

Beberapa kekurangan media telah diperbaiki sesuai masukan.

Masukan pertama diperoleh dari arahan dari validator materi Arnia Sari M., M. Sc yang melihat konsep pindah silang desain adalah salah. Konsep yang benar yaitu, hanya salah satu dari kromatid saudara yang mengalami pindah silang (kromatid rekombinan), sedangkan kromatid yang lainnya tidak mengalami pindah silang (kromatid paternal)(Gambar 4.5).

Masukan ke-dua yaitu mengenai tata tulis dalam buku petunjuk penggunaan. Beberapa tata tulis yang diperbaiki adalah kurang memperhatikan huruf kapital dan huruf kecil, kesalahan pengetikan (*typo*), kesalahan sitasi, dan tata bahasa. Perbaikan dilakukan dengan mengkoscek kembali kesalahan dengan aturan tata tulis yang berlaku.

Masukan ke-tiga yaitu perubahan KD menjadi Kompetensi Akhir berdasarkan RPS tentang serta menambahkan keterampilan mengimplementasi nilai islam dalam materi mitosis dan meiosis (Gambar 4.16 dan Gambar 4.17).

Masukan ke-empat yaitu membedakan alel P-dominan dengan alel p-resesif. Serata perbaikan tulisan

pada sentrosom agar lebih jelas terlihat (Gambar 4.18 dan Gambar 4.19).

Masukan ke-lima adalah perbaikan konsep kromatin. Berdasarkan arahan dari dosen validator yaitu Mirta'ati Na'ima, M. Sc kromatin yang dianalogikan oleh lego yang memanjang dapat disalah artikan dengan kromatid. Oleh karena itu, perlu adanya benda lain yang memang benar-benar berbeda dengan mock-up kromosom (lego) semisal pita sebagai kromatinnya (Gambar 4.20).

b. Data Kuantitatif

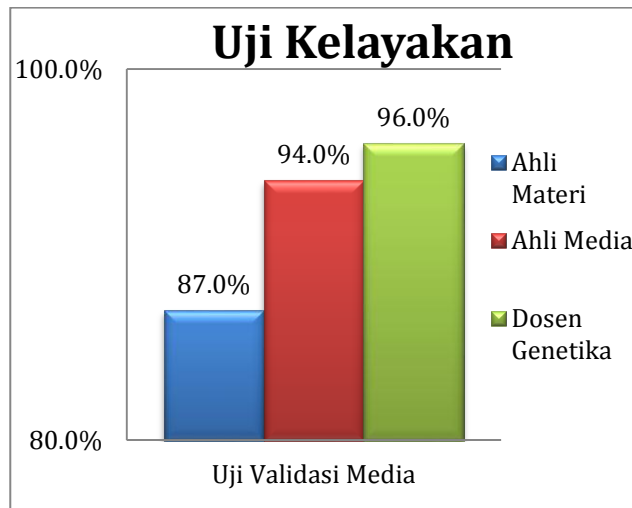
Data kuantitatif diperoleh dari skor validasi media oleh ahli materi, ahli media, dosen biologi umum, dan tanggapan peserta didik yang dikonversi ke dalam bentuk persentase. Data kuantitatif ini didapatkan pada tahap *Development* dan *Implementation* melalui angket validitas dan hasil jawaban PPT penguasaan konsep.

1) Kelayakan Hasil Validasi Ahli Dan Dosen biologi umum

Data kuantitatif hasil kelayakan media pembelajaran dianalisis menggunakan analisis deskriptif persentase, dengan rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor tertinggi}} \times 100 \%$$

Analisis data uji kelayakan dapat diketahui dari hasil uji validasi media oleh para ahli yaitu ahli materi, ahli media, dan dosen biologi umum yang dapat dilihat pada tabel 4.7, 4.8, dan 4.9. Berdasarkan hasil analisis validasi oleh para ahli tersebut dapat diketahui bahwa media yang dikembangkan sangat layak digunakan. Adapun hasil validasi oleh para ahli dapat dilihat pada gambar grafik 4.21 berikut:



Gambar 4.24 Grafik validasi uji kelayakan

Berdasarkan gambar grafik 4.24 di atas mengenai hasil validasi oleh para ahli, bahwa grafik warna biru menunjukkan persentase uji validasi dari ahli materi sebesar 87%, grafik warna

merah menunjukkan persentase uji validasi dari ahli media sebesar 94%, dan grafik warna hijau menunjukkan persentase uji validasi dari dosen biologi umum sebesar 96%. Hal ini dapat diketahui bahwa media ini sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran. Setelah tahap uji kelayakan media selesai, kemudian dilanjutkan uji tanggapan peserta didik terhadap media pembelajaran.

2) Uji Tanggapan Peserta Didik

Uji tanggapan peserta didik dianalisis menggunakan analisis deskriptif persentase, dengan rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor tertinggi}} \times 100 \%$$

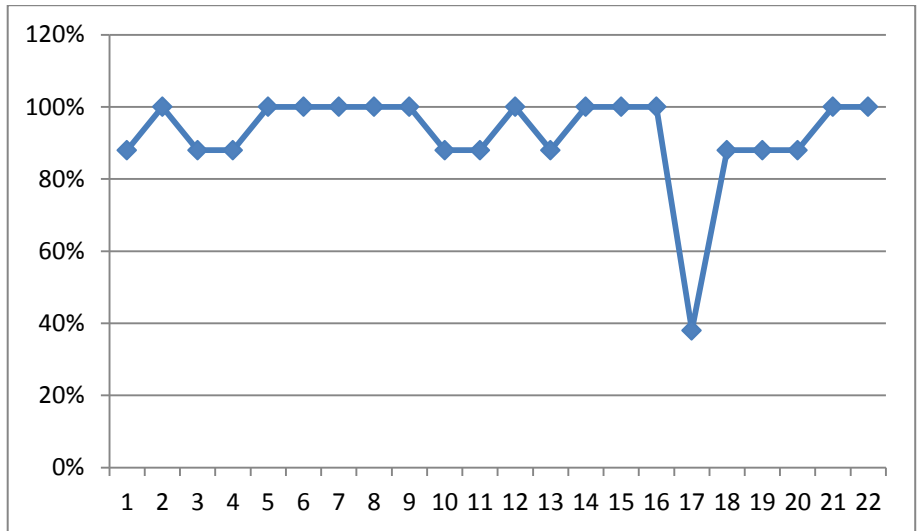
Uji tanggapan peserta didik dilaksanakan setelah beberapa tahapan yaitu uji validasi oleh ahli materi, uji validasi oleh ahli media, dan uji validasi oleh dosen biologi umum. Data uji tanggapan peserta didik diperoleh melalui angket jenis skala *Likert* dengan lima alternatif jawaban (sangat baik, baik, cukup, kurang baik, sangat kurang). Angket validasi ini terdapat 32 indikator yang terbagi menjadi 3 aspek, yaitu aspek materi, aspek media, dan aspek manfaat. Berikut adalah

hasil penilaian aspek materi, aspek media, dan aspek manfaat oleh peserta didik terhadap media pembelajaran Biologi dapat dilihat pada gambar grafik 4.25:



Berdasarkan gambar grafik 4.25 diketahui hasil rekapitulasi tanggapan peserta didik terhadap media secara keseluruhan aspek diperoleh rerata skor 88% dengan kategori sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran.

Hasil evaluasi pembelajaran pada tahap *Implementation* (Tabel 4.10) yaitu dengan mengerjakan PPT penguasaan konsep adalah sebagai berikut



Gambar 4.26 Grafik hasil evaluasi pembelajaran

Gambar di atas memperlihatkan adanya satu poin soal yang masih belum mampu dijawab dengan benar oleh peserta didik. Poin soal tersebut ialah mengidentifikasi banyaknya replikasi DNA yang terjadi pada meiosis. Mayoritas peserta didik (62%) menjawab salah yaitu dua kali replikasi DNA. Hal ini harus menjadi penekanan pada implementasi berikutnya.

D. Prototipe Hasil Pengembangan

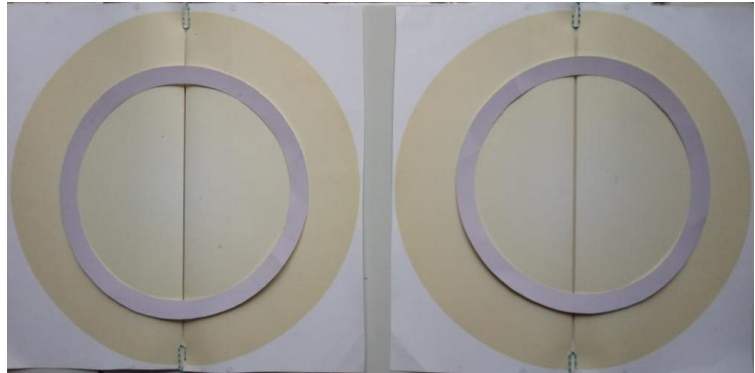
Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan produk berupa *mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan *mock-up* “lego miniset”. Penelitian dan pengembangan ini menggunakan alur pengembangan *ADDIE* oleh Branch (2010). Media yang dihasilkan didesain menggunakan aplikasi Corel DRAW X5. Hasil

akhir pengembangan prototipe media pembelajaran dan cara penyajiannya pada buku petunjuk penggunaan dapat dilihat pada gambar 4.27 berikut:

1. Kotak media, merupakan kotak menyimpan keseluruhan media.



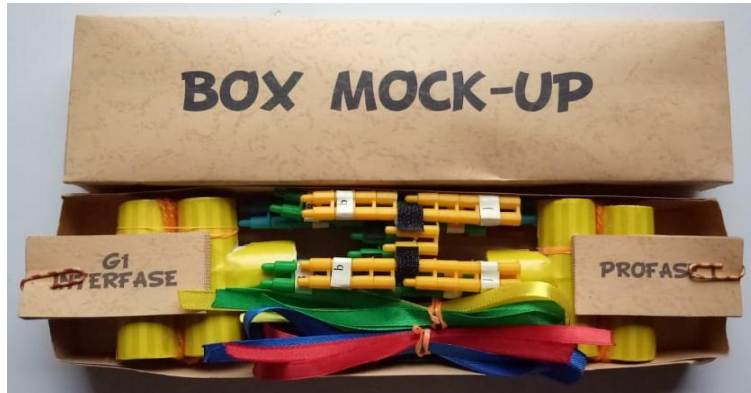
2. *Mock-up* sel, merupakan analogi morfologi sel eukariot lengkap dengan membran nukleusnya.



3. Petunjuk Penggunaan Media, merupakan buku pengenalan media, konsep dan langkah simulasi mitosis dan meiosis (Lampiran 23).



4. *Box mock-up*, merupakan kotak penyimpanan *mock-up* kromatin, kromosom, sentrosom, dan label tahap.



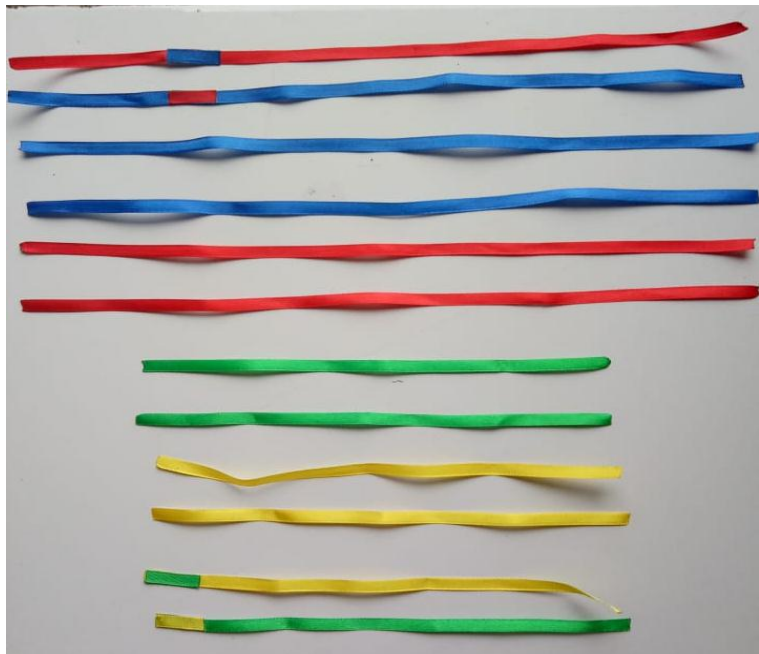
5. Label tahap, merupakan keterangan tiap tahapan dalam pembelahan mitosis dan meiosis.



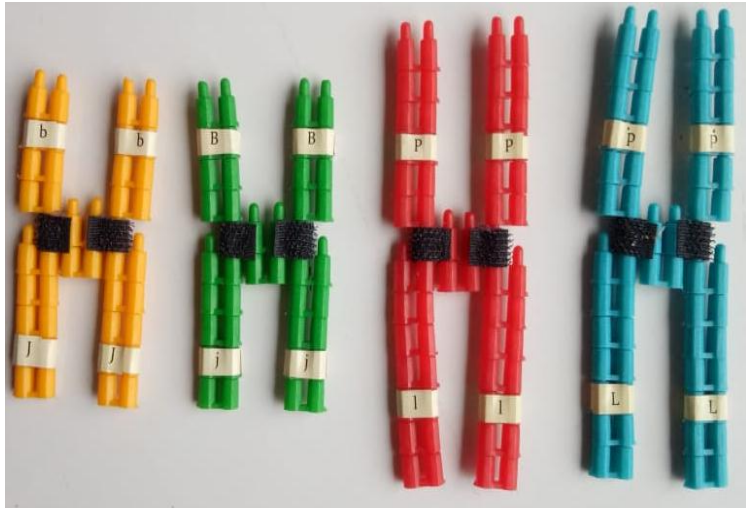
6. *Mock-up* sentrosom, merupakan analogi dari sentrosom.



7. *Mock-up* kromatin, merupakan analogi dari benang kromatin.



8. *Mock-up* kromosom, merupakan analogi dari kromosom metafase.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data tentang pengembangan media pembelajaran *mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan "lego miniset" maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik desain *mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan "lego miniset" sebagai pendukung pembelajaran biologi umum di UIN Walisongo Semarang adalah sebagai berikut; *Mock-up* kromatin (pita warna), *Mock-up* kromosom (lego miniset), *Mock-up* sentrosom (pipa T dan benang wol), dan *Mock-up* sel (kertas albatros). Perbedaan material genetik parental dianalogikan oleh empat warna yaitu: merah - kuning (maternal), biru - hijau (paternal). *Mock-up* didesain untuk mensimulasikan materi mitosis dan meiosis dengan bantuan buku petunjuk penggunaan.
2. Media pembelajaran *mock-up* mitosis dan meiosis menggunakan "lego miniset" layak digunakan berdasarkan pada validasi para ahli, dosen genetika dan tanggapan peserta didik. Persentase kelayakan ahli materi sebesar 87%, ahli media sebesar 89%, dosen genetika sebesar 96% serta tanggapan peserta didik sebesar 88%.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan di atas, maka saran yang dapat diberikan kepada pihak-pihak yang terkait atas hasil penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Pengaplikasian media ini di kelas dengan bekal pengetahuan kurang, diharapkan untuk mengenalkan terlebih dahulu kepada peserta didik tentang konsep materi dan analogi-analogi yang digunakan media. Pengenalan ini terdapat pada buku petunjuk penggunaan bagian pengenalan media *mock-up*.
2. Media ini dapat dilengkapi dengan video peragaan simulasi mitosis dan meiosis.
3. Media ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mempelajari Hukum Mendel.
4. Media ini masih memiliki keterbatasan pada beberapa hal seperti benang wol yang relatif tidak praktis untuk digunakan, ukuran sentrosom yang kurang proporsional, kertas sel yang mudah terlipat, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, media perlu dikembangkan lebih lanjut agar lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Sa'dun. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Alfiyah, Siti. 2018. *Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berbasis Permainan Biodakon Materi Vertebrata Kelas X MA Matholiul Huda Troso Jepara*. Skripsi. Semarang : Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Al-Atsary, Abu I. Choiriyah, U.I. 2017. *Ayat-ayat Allah Pada Tubuh Manusia*. Jakarta : Pustaka Imam Asy-Syafi'.
- Arifin, Zainal. 2014. *Evaluasi Pembelajaran: Prinsip, Teknik, Prosedur*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, Suharsimi. 2013. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Branch, R. M. 2009. *Instructional design: The ADDIE approach* (Vol. 722). Springer Science & Business Media.
- Chinnici, J.P., Yue, J.W. dan Torres, K.M. 2004. "Students as Human Chromosomes" In Role-Playing Mitosis & Meiosis.
- Chinnici, J. P., Neth, S. Z., & Sherman, L. R. 2006. Using "chromosomal socks" to demonstrate ploidy in mitosis & meiosis. *The American Biology Teacher*, 68(2), 106-109.
- Coleman, D. 1986. A simple model for use in teaching cell division and genetics. *Journal of Biological Education*, 20(3), 158-159.
- Clark, D. C., & Mathis, P. M. 2000. Modeling mitosis & meiosis: a problem-solving activity. *The American Biology Teacher*, 62(3), 204-206.
- Berti, Teddy TS. . *Diplomasi ala Denmark Lewat 'Lego Build Amazing'*. <https://www.liputan6.com/global/read/2961944/diplomasi-ala-denmark-lewat-lego-build-amazing>. Diakses pada 07:03 19 April 2018.
- Berti, Teddy TS. *Kunjungi RI, Istri PM Denmark Pantau Penggunaan Lego di RPTRA*. <https://www.liputan6.com/global/read/3178657/kunjungi-ri-istri-pm-denmark-pantau-penggunaan-lego-di-rptra>. Diakses pada 07:00 19 April 2018.
- Campbell, N. A. dkk. 2008. *Biologi Edisi 8 Jilid 1*. Terjemahan: Damaring Tyas Wulandari. Jakarta: Erlangga.

- Darmawan, Deni. 2012. *Inovasi Pendidikan (Pendekatan Praktik Teknologi Multimedia dan Pembelajaran Online)*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Elrod, Susan. Stansfield, W.D. 2007. *Schaum's Outlines Genetika Edisi Keempat*. Terjemahan: Damaring Tyas Wulandari. Jakarta: Erlangga.
- Ernawati, Iis dan Sukardiyono, Totok. 2017. *Uji Kelayakan Media Pembelajaran Interaktif pada Mata Pelajaran Administrasi Server*. Jurnal Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education), Volume 2, Nomor 2. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Grumbine, R. A. 2006. Using manipulatives to teach basic Mendelian genetics concepts. *The American Biology Teacher*, 68(8), e117-e123.
- Hongsermeier, A., Grandgenett, N. F., & Simon, D. M. 2017. Modeling Evolution in the Classroom: An Interactive LEGO Simulation. *The American Biology Teacher*, 79(2), 128-134.
- Kementrian Agama RI. 2010. *Penciptaan Manusia Dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains (Tafsir Ilmi)*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an.
- Keskin, F., & Çam, A. 2017. Using a Model to Teach Crossing Over. *The American Biology Teacher*, 79(4), 305-308.
- Klug, W.S. dkk. 2012. *Concept of Genetic Tenth* Edition. Prentice hall, Inc.
- Kirkpatrick, G., Orvis, K., & Pittendrigh, B. (2002). A teaching model for biotechnology and genomics education. *Journal of Biological Education*, 37(1), 31-35.
- Lin, H. J., Lehoang, J., Kwan, I., Baghaee, A., Prasad, P., Ha-Chen, S. J., ... & Woods, J. D. 2018. Lego bricks and the octet rule: Molecular models for biochemical pathways with plastic, interlocking toy bricks. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 46(1), 54-57.
- Listyono. Supardi, K. I., Hindarto, N., & Ridlo, S. 2018. Methods of integrating Islamic values in teaching biology for shaping attitude and character. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 983, No. 1, p. 012178). IOP Publishing.
- McGroarty, E., Parker, J., Heidemann, M., Lim, H., Olson, M., Long, T., ... & Kirschtel, D. 2004. Supplementing introductory biology with on-line curriculum. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 32(1), 20-26.
- Munadi, Yudhi. 2013. *Media Pembelajaran : Sebuah Pendekatan Baru*. Jakarta : Gaung Persada Press.

- Prastiwie, Arie Mega. *Studi di Jepang: Bermain Lego Bisa Buat Anak Berkuliah di Kampus Elite*.
<https://www.liputan6.com/global/read/3404228/studi-di-jepang-bermain-lego-bisa-buat-anak-berkuliah-di-kampus-elite>. Diakses pada 06:55 19 April 2018.
- Sanjaya, Wina. 2015. *Perencanaan Dan Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Prenadamedia.
- Stavroulakis, A.M. 2005. Meiosocks & other genetic yarns. *The American Biology Teacher*, 67(4), 233-238.
- Stencel, J. 1995. A string & paper game of meiosis that promotes thinking. *The American Biology Teacher*, 42-45.
- Sudijono, Anas. 2015. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Press.
- Sugiyono. 2010. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Sutopo, A. H., & Arief, A. 2010. Terampil Mengolah Data Kualitatif Dengan NVIVO. *Jakarta: Prenada Media Group*.
- Syarifudin, M. K. 2017. *Pengembangan Aplikasi Mobile Learning Menggunakan Adobe Flash CS6 Sebagai Penunjang Pembelajaran Fisika Pada Materi Hukum Newton Untuk Siswa Kelas X*. Skripsi. Semarang : Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Tim puslit jaknov, metode penelitian pengembangan”, pusat penelitiankebijakan dan inovasi pendidikan badan penelitian danpengembangan departemen pendidikan nasional.
<https://www.infokursus.net> diakses pada 14.00 tanggal 19 April 2018.

Lampiran 1: Surat Penunjukan Dosen Pembimbing

**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jalan Prof. Dr. H. Hamka Kampus II Ngaliyan Semarang 50185
Telepon (024) 76433366, Website: fst.walisongo.ac.id

Nomor : B-2073/Un.10.8/J.8/PP.009/07/2018 04 Juli 2018
Lamp. : -
Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Yth.
1. Siti Mukhlisoh S., M. Si
2. Nur Hayati, M.Si.
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Jurusan Pendidikan Biologi, maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Joko Budi Santoso
NIM : 1403086024
Judul : Pengembangan Media Pembelajaran Simulasi Mitosis dan Meiosis Menggunakan Alat Peraga (*Mock Up*) Lego Miniset Sebagai Pendukung Pembelajaran Biologi Genetika Di UIN Walisongo Semarang

dan menunjuk Bapak/Ibu:

1. Siti Mukhlisoh S., M. Si sebagai pembimbing materi
2. Nur Hayati, M.Si. sebagai pembimbing metode

Demikian pemberitahuan ini kami sampaikan, atas perkenan dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Ketua Jurusan Pendidikan Biologi


Siti Mukhlisoh Setyawati

Tembusan:

1. Dekan FST UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip jurusan

Lampiran 2: Surat Izin Pra Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185

Nomor : B.88/.Un.10.8/D1/TL.00/01/2019
Lamp : -
Hal : Permohonan Ijin Observasi

Semarang, 04 Januari 2019

Kepada Yth.
Dosen Biologi Genetika UIN Walisongo Semarang
di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam penulisan Skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Joko Budi Santoso
NIM : 1403086024
Jurusan : Pendidikan Biologi

Sehubungan dengan hal tersebut, kami mohon mahasiswa tersebut di ijinakan melaksanakan Observasi pada mata kuliah yang Bapak Ampu.

Data Observasi tersebut diharapkan dapat menjadi bahan kajian (analisis) bagi mahasiswa kami.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan

Wakil Dekan Bidang Akademik
dan Kemahasiswaan



Pd. Liana, M.Pd.

NIP. 19690313 198103 2 007 ✓

Tembusan Yth.

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)

Lampiran 3: Surat Izin Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185

Nomor : B.88/Un.10.8/D1/TL.00/01/2019 Semarang, 04 Januari 2019
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Ijin Riset

Kepada Yth.
Dosen Biologi Genetika UIN Walisongo Semarang
di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam penulisan Skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Joko Budi Santoso
NIM : 1403086024
Jurusan : Pendidikan Biologi
Judul Sekripsi : "Pengembangan Media Simulasi Mitosis dan Meiosis Menggunakan Alat Peraga (MOCK UP) Lego Miniset Sebagai Pendukung Pembelajaran Biologi Genetika di UIN Walisongo Semarang"
Pembimbing : 1. Nur Hayati, M.Si.
2. Siti Mukhlisah S, S.Si., M.Si.

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut di ijinakan melaksanakan Riset pada bulan Desember 2018 – Januari 2019.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik
dan Kemahasiswaan



Dr. Liana, M.Pd.

NIP. 19580313 198103 2 007

Tembusan Yth.

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)

Lampiran 4: Kisi-Kisi dan Hasil Angket Terbuka Kebutuhan Mahasiswa.

**KISI-KISI DAN HASIL PERHITUNGAN ANGKET TERBUKA ANALISIS
KEBUTUHAN MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI SEMESTER SATU
UIN WS TH.2018**

No.	Indikator dan Tujuan	Pertanyaan	Hasil
Latar Belakang Pendidikan			
1.	Mengetahui Latar belakang sekolah Mahasiswa semester 1 Pendidikan Biologi tahun 2018.	Darimanakah lulusan Anda?	34 % - SMA 66 % - MA
2.	Mengetahui Latar belakang jurusan Mahasiswa semester 1 Pendidikan Biologi tahun 2018.	Dari jurusan apakah Anda lulus?	100 % - MIPA
Pengalaman Belajar			
3.	Mengetahui pengalaman belajar Mitosis dan Meiosis.	Sudah pernahkah Anda Mempelajari Mitosis dan Meiosis?	100 % - Sudah mempelajari Mitosis dan Meiosis
4.	Mengetahui waktu terakhir kali mempelajari Mitosis dan Meiosis.	Saat (Kelas/Semester) berapakah Anda mempelajari Mitosis dan Meiosis.	100 % - Kelas XII SLTA semester gasal.
5.	Mengetahui metode yang digunakan Guru dari Mahasiswa untuk menyampaikan materi	Metode apakah yang digunakan Guru/Dosen	38 % - Ceramah 37 % - Diskusi

	Mitosis dan Meiosis.	Anda, untuk menerangkan Mitosis dan Meiosis?	9 % - Resitasi 12 % - Demonstrasi 2 % - Percobaan 2 % - Simulasi
6.	Mengetahui media yang digunakan Guru dari Mahasiswa untuk menyampaikan materi Mitosis dan Meiosis.	Media apakah yang digunakan Guru/Dosen Anda, untuk menerangkan Mitosis dan Meiosis?	37 % - Visual 9 % - Audio 28 % - Proyeksi 23 % - Proyeksi bergerak 3 % - Peraga 3D
7.	Mengetahu pengetahuan dasar Mahasiswa tentang banyaknya pembelahan Mitosis dan Meiosis.	Masih ingatkah Anda perbedaan banyaknya pembelahan yang terjadi pada Mitosis dan Meiosis?	38 % - Tidak ingat 8 % - Ingat tapi masih salah jawaban 54 % - Ingat dan jawaban benar
8.	Mengetahu pengetahuan dasar Mahasiswa tentang banyaknya pembelahan Mitosis dan Meiosis.	Masih ingatkah Anda perbedaan sel anakan yang dihasilkan pembelahan yang terjadi	37 % - Tidak ingat 12 % - Ingat tapi masih salah jawaban

		pada Mitosis dan Meiosis?	51 % - Ingat dan jawaban benar
9.	Mengetahu pengetahuan dasar Mahasiswa tentang tahapan pembelahan Mitosis.	Masih ingatkah Anda, tahapan apa sajakah yang terjadi saan Mitosis?	2 % - Tidak tahu 20 % - Lupa 66 % - Sedikit ingat 12 % - Ingat
10.	Mengetahu pengetahuan dasar Mahasiswa tentang tahapan pembelahan Meiosis.	Masih ingatkah Anda, tahapan apa sajakah yang terjadi saan Meiosis?	2 % - Tidak tahu 17 % - Lupa 69 % - Sedikit ingat 12 % - Ingat
11.	Mengetahu pengetahuan dasar Mahasiswa tentang perbedaan tiap tahapan pembelahan Mitosis.	Masih ingatkah Anda, perbedaan tiap tahapan yang terjadi saan Mitosis?	2 % - Tidak tahu 26 % - Lupa 65 % - Sedikit ingat 8 % - Ingat
12.	Mengetahu pengetahuan dasar Mahasiswa tentang perbedaan tiap tahapan pembelahan Meiosis.	Masih ingatkah Anda, perbedaan tiap tahapan yang terjadi saan Meiosis?	5 % - Tidak tahu 28 % - Lupa 63 % - Sedikit ingat

			5 % - Ingat
13.	Mengetahu pengetahuan dasar Mahasiswa tentang keterpaduan antara konsep Struktur Kromosom, Siklus Sel, Crossing Over, Genotip, Mitosis, dan Meiosis.	Dapatkah Anda mengaitkan beberapa materi berikut Struktur Kromosom, Siklus Sel, Crossing Over, Genotip, Mitosis, dan Meiosis?	34 % - Tidak dapat 63 % - Sedikit dapat 3 % - Dapat
Kebutuhan Berdasarkan Pengalaman Belajar			
14.	Mengetahui Metode yang diharapkan untuk mempelajari Mitosis dan Meiosis.	Metode apakah yang baiknya Anda gunakan, untuk mempelajari Mitosis dan Meiosis?	8 % - Ceramah 25 % - Diskusi 5 % - Resitasi 15 % - Demonstrasi 23 % - Percobaan 25 % - Simulasi
15.	Mengetahui Media yang diharapkan untuk mempelajari Mitosis dan Meiosis.	Media apakah yang baiknya Anda gunakan, untuk mempelajari Mitosis dan Meiosis?	12 % - Visual 2 % - Audio 20 % - Proyeksi 37 % - Proyeksi bergerak 29 % -

			Peraga 3D
16.	Mengetahui kebutuhan Mahasiswa untuk mengetahui keterpaduan Ilmu biologi.	Perlukah Anda, Selaku Mahasiswa Biologi mengetahui keterpaduan Ilmu Biologi dalam hal ini konsep Struktur Kromosom, Siklus Sel, Crossing Over, Genotip, Mitosis, dan Meiosis?	95 % - Perlu 5 % - Tidak perlu

NAMA : Muhammad

KELAS/NIM : VB.1.A/1606006 Tgl pengisian : 3 Okt 2016

QUESTIONER MAHASISWA tentang MITOSIS dan MEIOSIS

Isilah pertanyaan berikut dengan sejujurnya, dengan melingkari opsi dan mengisi jawaban (...) yang sesuai dengan anda!

1. Dari manakah Lulusan Anda?
SMAN/MA/SMK/lain-lain
2. Dari jurusan apakah anda lulus?
Biologi/IPS/Bahasa/lan-lain

Mitosis dan Meiosis adalah 2 tipe pembelahan yang terjadi pada sel makhluk hidup. Keduanya memiliki perbedaan dari tahapan, tempat kejadian dan anakan hasil pembelahan.

3. Sudah Pernahkah Anda mempelajari Mitosis dan Meiosis di (sekolah/semester) Anda dulu?
Tidak
4. Saat (Kelas/Semester) berapakah Anda mempelajari Mitosis dan Meiosis?
Kelas 11
Semester 1
5. Metode apakah yang digunakan Guru/Dosen Anda, untuk menerangkan Mitosis dan Meiosis?
Ceramah/ Diskusi/ Restasi(Resume)/ Demonstrasi/Percobaan/Simulasi/ lain-lain
6. Media apakah yang digunakan Guru/Dosen Anda, untuk menerangkan Mitosis dan Meiosis?
Visual/Audio/Proyeksi/ProyeksiBergambar/Peraga 3D
7. Masih ingatkah Anda, perbedaan banyaknya pembelahan yang terjadi pada Mitosis dan Meiosis?
Tidak
Mitosis = $(1, 2)$ kali pembelahan
Meiosis = $(1, 2, 4)$ kali pembelahan
8. Masih ingatkah Anda, perbedaan sel anakan yang dihasilkan oleh pembelahan Mitosis dan Meiosis?
Tidak
Mitosis = $(1, 2)$ sel anakan
Meiosis = $(1, 2, 4)$ sel anakan

9. Masih ingatkah Anda, tahapan apa saja yang terjadi pada Mitosis?
Tidak Tahu/Kurang/Sedikitingat/ingat
10. Masih ingatkah Anda, tahapan apa saja yang terjadi pada Meiosis?
Tidak Tahu/Kurang/Sedikitingat/ingat
11. Masih ingatkah Anda, perbedaan tiap tahapan pembelahan Mitosis?
Tidak Tahu/Kurang/Sedikitingat/ingat
12. Masih ingatkah Anda, perbedaan tiap tahapan pembelahan Meiosis?
Tidak Tahu/Kurang/Sedikitingat/ingat
13. Dapatkah Anda mengaitkan beberapa materi (struktur kromosom - Silus sel - Crossing Over - Genotip - Mitosis - Meiosis) menjadi suatu kesatuan ilmu pengetahuan.
Tidak Bisa/Sedikit Bisa/ Bisa/ Sangat Bisa

Saran Pembelajaran Mitosis Meiosis.

Beberapa pertanyaan yang merupakan harapan anda belajar BIOLOGI dengan KESATUAN ilmu nya.

- Metode : Cara penyampaian materi.
4. Metode apakah yang baiknya digunakan Guru/Dosen Anda, untuk menerangkan Mitosis dan Meiosis?
Ceramah/ Diskusi/ Restasi(Resume)/ Demonstrasi/Percobaan/Simulasi/ lain-lain
 - Media : Alat mempelajari materi
 15. Media apakah yang baiknya digunakan Guru/Dosen Anda, untuk menerangkan Mitosis dan Meiosis?
Visual/Audio/Proyeksi/ProyeksiBergambar/Peraga 3D
- Keterpaduan ilmu : pemahaman secara utuh dan seluruh mengenai suatu konsep ilmu.
16. Perikah Anda, selaku Mahasiswa Biologi mengetahui keterpaduan ilmu Biologi dalam hal ini (struktur kromosom - Crossing Over - Genotip - Mitosis - Meiosis)?
Tidak

Lampiran 5. Analisis Kebutuhan Peserta Didik

No	Responden	Hasil Perhitungan Kebutuhan Mahasiswa														
		Latar Sekolah		Pengalaman Belajar										Kebutuhan		
		1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	M-1	2	1	2	1	1	1	1	3	3	3	3	2	2	4	1
2	M-2	2	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	1
3	M-3	2	1	2	4	4	1	1	3	3	3	3	2	4	4	2
4	M-4	1	1	2	4	3	3	2	4	3	3	2	2	6	5	2
5	M-5	1	1	2	1	4	3	2	2	2	2	2	2	6	5	2
6	M-6	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2
7	M-7	2	1	2	1	3	1	1	2	2	2	2	2	4	1	2
8	M-8	2	1	2	1	1	1	3	3	3	2	2	1	4	4	2
9	M-9	2	1	2	1	3	1	1	3	3	3	1	1	4	3	2
10	M-10	2	1	2	1	3	1	2	3	3	3	3	2	2	1	2
11	M-11	2	1	2	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	3	2
12	M-12	2	1	2	1	1	1	1	4	4	3	3	2	2	4	2
13	M-13	2	1	2	4	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2
14	M-14	2	1	2	3	1	3	3	4	4	3	3	1	1	1	2
15	M-15	2	1	2	4	5	3	3	3	2	2	2	2	2	5	2
16	M-16	2	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	6	4	2
17	M-17	2	1	2	2	3	3	3	4	4	3	3	2	2	4	2
18	M-18	2	1	2	1	1	3	2	3	3	4	3	2	6	4	2
19	M-19	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	3	2	2	3	2
20	M-20	1	1	2	2	4	3	3	3	3	3	3	2	6	5	2
21	M-21	2	1	2	4	3	1	3	3	3	3	3	2	5	3	2
22	M-22	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
23	M-23	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	6	3	2
24	M-24	1	1	2	2	1	1	1	3	3	3	4	2	2	5	2
25	M-25	1	1	2	1	1	1	1	3	3	2	1	1	6	3	2
26	M-26	2	1	2	1	1	1	1	3	3	3	3	2	6	5	2
27	M-27	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	5	1	1
28	M-28	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	5	2
29	M-29	1	1	2	4	4	1	1	3	3	3	3	1	5	4	2
30	M-30	1	1	2	2	1	1	3	3	3	3	3	1	3	1	2

ANGKET VALIDITAS

**PENGEMBANGAN MEDIA SIMULASI MITOSIS DAN MEIOSIS
MENGUNAKAN ALAT PERAGA (*Mock Up*) LEGO MINISET SEBAGAI
PENDUKUNG PEMBELAJARAN BIOLOGI GENETIKA DI UIN
WALISONGO SEMARANG
(AHLI MATERI)**

Nama :

NIP :

Bapak / Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini. Lembar validitas ini dimaksud untuk mengetahui pendapat Bapak/ Ibu selaku Ahli Materi terhadap kelayakan produk media pembelajaran biologi yang dibuat. Pendapat, saran, penilaian, kritik dan komentar Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini. Atas bantuan dan kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini, saya mengucapkan terima kasih.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Isilah tanda check list (√) pada kolom yang Bapak/ Ibu anggap sesuai dengan aspek yang ada.

Kriteria penilaian :

SB : Sangat Baik (5)

B : Baik (4)

C : Cukup (3)

KB : Kurang Baik (2)

SK : Sangat Kurang (1)

No.	Aspek	Indikator	Skala Penilaian					Komentar
			1	2	3	4	5	
1.	Pembelajaran	Kesesuaian materi dengan kompetensi dasar						
		Kesesuaian materi dengan indikator						
		Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran						
		Kelengkapan materi						
		Kedalaman materi						
		Keakuratan materi sesuai teori dan konsep						
		Keakuratan acuan pustaka						
2.	Kelayakan	Interaktivitas siswa dengan						

	penyajian	media						
		Kesesuaian media dengan tuntutan pembelajaran yang berpusat pada pembelajar						
		Kemenarikan penyajian materi						
		Kejelasan penyajian materi						
		Keruntutan penyajian materi						
		Penyajian materi mendorong untuk mencari informasi lebih jauh						
		Penyajian materi dapat merangsang kedalaman berfikir mahasiswa						
		Penyajian materi dapat mengukur kemampuan kognitif dan						

		psikomotorik						
		Pemberian umpan balik terhadap hasil evaluasi						
3.	Penilaian bahasa	Bahasa materi mudah dipahami						
		Menciptakan komunikasi interaktif						
		Bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang ketika peserta didik menyusun media dan mendorong mereka untuk mempelajari materi yang terdapat dalam media tersebut secara keseluruhan						
		Kesesuaian dengan tingkat perkembangan siswa						
		Kesesuaian dengan kaidah Bahasa						

		Indonesia						
		Konsistensi penggunaan spasi, judul dan pengetikan materi						
		Koherensi dan keruntutan alur berfikir						
		Ketepatan penggunaan istilah dan pernyataan						

Perbaikan Media

Petunjuk :

1. Apabila terjadi kesalahan pada media, mohon untuk dituliskan jenis kesalahan atau kekurangan pada kolom (a).
2. Mohon berikan saran perbaikan pada kolom (b)

No	Jenis Kesalahan (a)	Saran Perbaikan (b)

--	--	--

Komentar / Saran :

--

Sumber : Aspek kriteria penilaian media pembelajaran (Alfiyah, Siti: 2018) dan dimodifikasi oleh penulis.

Kesimpulan

Media ini dinyatakan :

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

(Mohon diberi tanda lingkaran pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/ Ibu)

Semarang, 2018

Validator Ahli Materi

(.....)

NIP.

Lampiran 7: Instrumen Penilaian Media oleh Ahli Media

ANGKET VALIDITAS

PENGEMBANGAN MEDIA SIMULASI MITOSIS DAN MEIOSIS MENGUNAKAN ALAT PERAGA (*Mock Up*) LEGO MINISET SEBAGAI PENDUKUNG PEMBELAJARAN BIOLOGI GENETIKA DI UIN WALISONGO SEMARANG

(AHLI MEDIA)

Nama :

NIP :

Bapak / Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini. Lembar validitas ini dimaksud untuk mengetahui pendapat Bapak/ Ibu selaku Ahli Media terhadap kelayakan produk media pembelajaran biologi yang dibuat. Pendapat, saran, penilaian, kritik dan komentar Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini. Atas bantuan dan kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini, saya mengucapkan terima kasih.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Isilah tanda check list (√) pada kolom yang Bapak/ Ibu anggap sesuai dengan aspek yang ada.

Kriteria penilaian :

SB : Sangat Baik (5)

B : Baik (4)

C : Cukup (3)

KB : Kurang Baik (2)

SK : Sangat Kurang (1)

No.	Aspek	Indikator	Skala Penilaian					Komentar
			1	2	3	4	5	
1.	Tampilan	Ketepatan memilih media untuk pengembangan						
		Kesesuaian pemilihan bahan media						
		Kejelasan petunjuk penggunaan media						
		Mudah digunakan dalam pembelajaran						
		Mudah disimpan						
		Pengemasan media						
		Tingkat keawetan media						
2.	Komunikasi	Komunikatif						

	visual	(bahasa mudah dipahami, baik, benar, dan efektif)						
		Kesederhanaan tampilan mock up						
		Pemilihan jenis dan ukuran huruf yang digunakan						
		Pengaturan jarak (huruf, garis, karakter)						
		Keterbacaan teks						
		Tampilan gambar yang disajikan						
		Keseimbangan proporsi gambar						
		Kesesuaian gambar yang mendukung materi						
		Pengaturan tata letak						
		Komposisi warna						
		Keserasian pemilihan						

		warna						
		Kerapian desain						
		Kemenarikan desain						
3.	Manfaat	Meningkatkan minat belajar siswa						
		Menciptakan suasana menyenangkan dalam belajar						
		Mendukung pembelajaran yang berpusat pada siswa						
		Mempermudah memahami materi						

Perbaikan Media

Petunjuk :

1. Apabila terjadi kesalahan pada media, mohon untuk dituliskan jenis kesalahan atau kekurangan pada kolom (a).
2. Mohon berikan saran perbaikan pada kolom (b)

No	Jenis Kesalahan (a)	Saran Perbaikan (b)
----	---------------------	---------------------

--	--	--

Komentar / Saran :

--

Sumber : Aspek kriteria penilaian media pembelajaran (Alfiyah, Siti: 2018) dan dimodifikasi oleh penulis.

Kesimpulan

Media ini dinyatakan :

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

(Mohon diberi tanda lingkaran pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/ Ibu)

Semarang, 2018

Validator Ahli Materi

(.....)

NIP.

Lampiran 8: Instrumen Penilaian Media oleh Dosen Genetika

ANGKET VALIDITAS

PENGEMBANGAN MEDIA SIMULASI MITOSIS DAN MEIOSIS MENGUNAKAN ALAT PERAGA (*Mock Up*) LEGO MINISET SEBAGAI PENDUKUNG PEMBELAJARAN BIOLOGI GENETIKA DI UIN WALISONGO SEMARANG (DOSEN GENETIKA)

Nama :

NIP :

Bapak / Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini. Lembar validitas ini dimaksud untuk mengetahui pendapat Bapak/ Ibu selaku Dosen Genetika terhadap kelayakan produk media pembelajaran biologi yang dibuat. Pendapat, saran, penilaian, kritik dan komentar Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini. Atas bantuan dan kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini, saya mengucapkan terima kasih.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Isilah tanda check list (√) pada kolom yang Bapak/ Ibu anggap sesuai dengan aspek yang ada.

Kriteria penilaian :

SB : Sangat Baik (5)

B : Baik (4)

C : Cukup (3)

KB : Kurang Baik (2)

SK : Sangat Kurang (1)

No.	Aspek	Indikator	Skala Penilaian					Komentar
			1	2	3	4	5	
1.	Tampilan	Ketepatan memilih media untuk pengembangan						
		Kesesuaian pemilihan bahan media						
		Kejelasan petunjuk penggunaan media						
		Mudah digunakan dalam pembelajaran						
		Mudah disimpan						
		Pengemasan media						
		Tingkat keawetan media						
2.	Komunikasi visual	Komunikatif (bahasa mudah dipahami, baik, benar, dan efektif)						

		Kesederhanaan tampilan mock up						
		Pemilihan jenis dan ukuran huruf yang digunakan						
		Pengaturan jarak (huruf, garis, karakter)						
		Keterbacaan teks						
		Tampilan gambar yang disajikan						
		Keseimbangan proporsi gambar						
		Kesesuaian gambar yang mendukung materi						
		Pengaturan tata letak						
		Komposisi warna						
		Keserasian pemilihan warna						
		Kerapian desain						
		Kemenarikan desain						
3.	Pembelajaran	Kesesuaian materi dengan kompetensi dasar						

		Kesesuaian materi dengan indicator						
		Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran						
		Kelengkapan materi						
		Kedalaman materi						
		Keakuratan materi sesuai teori dan konsep						
		Keakuratan acuan pustaka						
4.	Kelayakan penyajian	Interaktivitas Mahasiswa dengan media						
		Kesesuaian media dengan tuntutan pembelajaran yang berpusat pada Mahasiswa						
		Kemenarikan penyajian materi						
		Kejelasan penyajian materi						
		Keruntutan penyajian materi						
		Penyajian						

		materi mendorong untuk mencari informasi lebih jauh						
		Penyajian materi dapat merangsang kedalaman berfikir Mahasiswa						
		Penyajian materi dapat mengukur kemampuan kognitif dan psikomotorik						
		Pemberian umpan balik terhadap hasil evaluasi						
5.	Penilaian bahasa	Bahasa materi mudah dipahami						
		Menciptakan komunikasi interaktif						
		Bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang ketika peserta didik menyusun media dan mendorong mereka untuk mempelajari						

		materi yang terdapat dalam media tersebut secara keseluruhan						
		Kesesuaian dengan tingkat perkembangan siswa						
		Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia						
		Konsistensi penggunaan spasi, judul dan pengetikan materi						
		Koherensi dan keruntutan alur berfikir						
		Ketepatan penggunaan istilah dan pernyataan						
6.	Manfaat	Meningkatkan minat belajar siswa						
		Menciptakan suasana menyenangkan dalam belajar						
		Mendukung pembelajaran yang berpusat pada siswa						

		Mempermudah memahami materi						
--	--	-----------------------------	--	--	--	--	--	--

Perbaikan Media

Petunjuk :

3. Apabila terjadi kesalahan pada media, mohon untuk dituliskan jenis kesalahan atau kekurangan pada kolom (a).
4. Mohon berikan saran perbaikan pada kolom (b)

No	Jenis Kesalahan (a)	Saran Perbaikan (b)

Komentar / Saran :

Sumber : Aspek kriteria penilaian media pembelajaran (Alfiyah, Siti: 2018) dan dimodifikasi oleh penulis.

Kesimpulan

Media ini dinyatakan :

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

(Mohon diberi tanda lingkaran pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/ Ibu)

Semarang, 2018

Dosen Genetika

(.....)

NIP.

Lampiran 9: Instrumen Tanggapan Peserta Didik Terhadap Media

ANGKET TANGGAPAN PESERTA DIDIK

Judul Program : PENGEMBANGAN MEDIA SIMULASI MITOSIS DAN MEIOSIS MENGGUNAKAN ALAT PERAGA (*Mock Up*) LEGO MINISET SEBAGAI PENDUKUNG PEMBELAJARAN BIOLOGI GENETIKA DI UIN WALISONGO SEMARANG

Penulis : JOKO BUDI SANTOSO

Perguruan Tinggi : UIN WALISONGO SEMARANG

Nama :

NIM :

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Isilah tanda check list (√) pada kolom yang Bapak/ Ibu anggap sesuai dengan aspek yang ada.

Kriteria penilaian :

SB : Sangat Baik (5)

B : Baik (4)

C : Cukup (3)

KB : Kurang Baik (2)

SK : Sangat Kurang (1)

No.	Aspek	Indikator	Skala Penilaian					Komentar

1.	Media	Ketepatan memilih media untuk pengembangan						
		Kejelasan petunjuk penggunaan media						
		Mudah digunakan dalam pembelajaran						
		Komunikatif (bahasa mudah dipahami, baik, benar, dan efektif)						
		Kesederhanaan tampilan media Mock up						
		Medi sesuai dengan karakter mahasiswa yang mempelajari integrasi antar konsep ilmu						
		Media dapat digunakan berulang						
		Media aman digunakan						
		Pemilihan jenis dan ukuran huruf yang digunakan						
		Pengaturan jarak (huruf, garis, karakter)						

		Keterbacaan teks						
		Tampilan gambar yang disajikan						
		Kesesuaian gambar yang mendukung materi						
		Pengaturan tata letak						
		Keserasian pemilihan warna						
		Kerapian desain						
		Kemenarikan desain						
2.	Materi	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran						
		Kelengkapan materi						
		Keakuratan materi sesuai teori dan konsep						
		Kemenarikan penyajian materi						
		Kejelasan penyajian materi						
		Penyajian materi mendorong untuk mencari informasi lebih jauh						
		Penyajian materi dapat mengukur kemampuan						

		kognitif dan psikomotorik					
		Kesesuaian dengan tingkat perkembangan Mahasiswa					
		Bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang ketika peserta didik menyusun media dan mendorong mereka untuk mempelajari materi yang terdapat dalam media tersebut secara keseluruhan					
		Koherensi dan keruntutan alur berfikir					
		Ketepatan penggunaan istilah dan pernyataan					
3.	Manfaat	Meningkatkan minat belajar siswa					
		Menciptakan suasana menyenangkan dalam belajar					
		Mendukung pembelajaran					

		yang berpusat pada pembelajar						
		Mempermudah memahami materi						

Kritik dan Saran

.....

.....

.....

Semarang,2018


Mahasiswa Pendidikan Biologi

(.....)

NIM.

Lampiran 10: Surat Penunjukan Validator Ahli oleh Kepala Jurusan Pendidikan Biologi

a. Drs. Listyono, M. Pd

 **KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jalan Prof. Dr. Hamka Kampus 2 Ngaliyan Semarang 50185 Telp. (024) 76433366

SURAT KETERANGAN

Nomor : B-4217/Un.10.8/J8/PP.00.9/12/2018 26 Desember 2018
Lamp : -
Hal : Surat Permohonan menjadi Validator

Yth.

- ① Drs. Listiyono, M. Pd
2. Muhammad Izzatul Faqih, M. Pd
3. Arnia Sari Mukaromah, M. Sc
4. Rohma Istiana, M. Si

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb

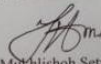
Berdasarkan pertimbangan dari dosen pembimbing maka perlu validasi pada produk skripsi mahasiswa:

Nama : Joko Budi Santoso
NIM : 1403086024
Judul : **Pengembangan Media Simulasi Mitosis Meiosis Menggunakan (Mock Up) Lego Miniset Sebagai Pendukung Pembelajaran Biologi Genetika Di UIN Walisongo Semarang.**

Oleh karena itu Kami meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi Validator media/materi/instrumen pada produk skripsi tersebut.
Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas perkenaan dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

a.n. Dekan
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi


Siti Mukhlishoh Setyawati, S.Si, M.Si

tembusan:

1. Dekan FST UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip jurusan

b. M. I. Faqih, M. M. Pd



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jalan Prof. Dr. Hamka Kampus 2 Ngaliyan Semarang 50185 Telp. (024) 76433366

SURAT KETERANGAN

Nomor : B-4217/Un.10.8/J8/PP.00.9/12/2018
Lamp : -
Hal : Surat Permohonan menjadi Validator

26 Desember 2018

Yth.

1. Drs. Listiyono, M. Pd
 - ② Muhammad Izzatul Faqih, M. Pd
 3. Arnia Sari Mukaromah, M. Sc
 4. Rohma Istiana, M. Si
- UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Berdasarkan pertimbangan dari dosen pembimbing maka perlu validasi pada produk skripsi mahasiswa:

Nama : Joko Budi Santoso

NIM : 1403086024

Judul : **Pengembangan Media Simulasi Mitosis Meiosis Menggunakan (*Mock Up*) Lego Miniset Sebagai Pendukung Pembelajaran Biologi Genetika Di UIN Walisongo Semarang.**

Oleh karena itu Kami meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi Validator media/~~materi~~/instrumen pada produk skripsi tersebut.

Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas perkenaan dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

a.n. Dekan

Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Siti Mukhlisoh Setyawati, S.Si, M.Si

tembusan:

1. Dekan FST UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip jurusan

c. Arnia S. M., M. Sc



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jalan Prof. Dr. Hamka Kampus 2 Ngaliyan Semarang 50185 Telp. (024) 76433366

SURAT KETERANGAN

Nomor : B-4217/Un.10.8/J8/PP.00.9/12/2018
Lamp : -
Hal : Surat Permohonan menjadi Validator

26 Desember 2018

Yth.

1. Drs. Listiyono, M. Pd
 2. Muhammad Izzatul Faqih, M. Pd
 - ③ Arnia Sari Mukaromah, M. Sc
 4. Rohma Istiana, M. Si
- UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Berdasarkan pertimbangan dari dosen pembimbing maka perlu validasi pada produk skripsi mahasiswa:

Nama : Joko Budi Santoso

NIM : 1403086024

Judul : **Pengembangan Media Simulasi Mitosis Meiosis Menggunakan (Mock Up) Lego Miniset Sebagai Pendukung Pembelajaran Biologi Genetika Di UIN Walisongo Semarang.**

Oleh karena itu Kami meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi Validator ~~media/materi/instrumen~~ pada produk skripsi tersebut.

Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas berkenaan dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

a.n. Dekan

Ketua Jurusan Pendidikan Biologi


Siti Mukhlisoh Setyawati, S.Si, M.Si

tembusan:

1. Dekan FST UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip jurusan

d. Rohma Istiana, M. Si



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jalan. Prof. Dr. Hamka Kampus 2 Ngaliyan Semarang 50185 Telp. (024) 76433366

SURAT KETERANGAN

Nomor : B-4217/Un.10.8/J8/PP.00.9/12/2018
Lamp : -
Hal : Surat Permohonan menjadi Validator

26 Desember 2018

Yth.

1. Drs. Listiyono, M. Pd
 2. Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd
 3. Arnia Sari Mukaromah, M. Sc
 - ④ Rohma Istiana, M. Si
- UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Berdasarkan pertimbangan dari dosen pembimbing maka perlu validasi pada produk skripsi mahasiswa:

Nama : Joko Budi Santoso

NIM : 1403086024


Judul : **Pengembangan Media Simulasi Mitosis Meiosis Menggunakan (*Mock Up*) Lego Miniset Sebagai Pendukung Pembelajaran Biologi Genetika Di UIN Walisongo Semarang.**

Oleh karena itu Kami meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi Validator media/materi/instrumen pada produk skripsi tersebut.

Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas perkenaan dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

a.n. Dekan
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi


Siti Mukhlisoh Setyawati, S.Si, M.Si

tembusan:

1. Dekan FST UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip jurusan

Lampiran11: Hasil Angket Validasi Ahli Materi

1. Arniasari M, M.Sc

ANGKET VALIDITAS

**PENGEMBANGAN MEDIA SIMULASI MITOSIS DAN MEIOSIS MENGGUNAKAN ALAT PERAGA
(Mock Up) LEGO MINISET SEBAGAI PENDUKUNG PEMBELAJARAN BIOLOGI GENETIKA DI
UIN WALISONGO SEMARANG**

(AHLI MATERI)

Nama : *Arniasari Mukaromat, M. Sc.*
NIP : *198709112018012001*
Bapak / Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini. Lembar validitas ini dimaksud untuk mengetahui pendapat Bapak/ Ibu selaku Ahli Materi terhadap kelayakan produk media pembelajaran biologi yang dibuat. Pendapat, saran, penilaian, kritik dan komentar Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini. Atas bantuan dan kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini, saya mengucapkan terima kasih.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Isilah tanda check list (✓) pada kolom yang Bapak/ Ibu anggap sesuai dengan aspek yang ada.

Kriteria penilaian :

SB : Sangat Baik (5)
B : Baik (4)
C : Cukup (3)
KB : Kurang Baik (2)
SK : Sangat Kurang (1)

No.	Aspek	Indikator	Skala Penilaian					Komentar
			1	2	3	4	5	
1.	Pembelajaran	Kesesuaian materi dengan kompetensi dasar					✓	Cek kembali KD 4.1
		Kesesuaian materi dengan indikator					✓	
		Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran					✓	
		Kelengkapan materi				✓		
		Kedalaman materi					✓	

		Keakuratan materi sesuai teori dan konsep				✓	Perbaiki pem- metoris →
		Keakuratan acuan pustaka				✓	
2.	Kelayakan penyajian	Interaktivitas siswa dengan media				✓	
		Kesesuaian media dengan tuntutan pembelajaran yang berpusat pada pembelajar				✓	
		Kemenarikan penyajian materi				✓	
		Kejelasan penyajian materi				✓	
		Keruntutan penyajian materi				✓	
		Penyajian materi mendorong untuk mencari informasi lebih jauh				✓	
		Penyajian materi dapat merangsang kedalaman berfikir mahasiswa				✓	
		Penyajian materi dapat mengukur kemampuan kognitif dan psikomotorik				✓	
		Pemberian umpan balik terhadap hasil evaluasi				✓	
3.	Penilaian bahasa	Bahasa materi mudah dipahami				✓	
		Menciptakan komunikasi interaktif				✓	
		Bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang ketika peserta didik menyusun media dan mendorong mereka untuk mempelajari materi yang terdapat dalam media tersebut secara keseluruhan				✓	
		Kesesuaian dengan tingkat perkembangan siswa				✓	

terutama pindah silang

	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia		✓			- Jnsir → Md. - gmn teori, aduan kardok bahasa yg benar
	Konsistensi penggunaan spasi, judul dan pengetikan materi				✓	
	Koherensi dan keruntutan alur berfikir				✓	
	Ketepatan penggunaan istilah dan pernyataan			✓		- Kinebator → cet buku - konsistensi istilah

Perbaikan Media

Petunjuk :

1. Apabila terjadi kesalahan pada media, mohon untuk dituliskan jenis kesalahan atau kekurangan pada kolom (a).
2. Mohon berikan saran perbaikan pada kolom (b)

No	Jenis Kesalahan (a)	Saran Perbaikan (b)
1.	Perbaiki desain mock up (sambur) pada materi dan mistowepi	- Dirubah fensi dengan landasan teori di buku yang dracu
2.	- Tata letak huruf besar & kecil - Nama author perlu di-cet kembali	- Edit dan reformat kardok di yg benar - Cet author di buku → belayar or penulisan nka

Komentar / Saran :

- Media yang dikembangkan sangat bagus untuk menunjang pembelajaran pada materi mitosis & meiosis
- Media ini masih dapat dikembangkan untuk pembelajaran mendalam tentang perbandingan mendel dan padah hilang dll
- Media ini dapat di HAKI kan
- Media ini sesuai bagi mahasiswa
- Media ini masih memiliki keterbatasan pada beberapa hal
→ dikembangkan kembali

Sumber : Aspek kriteria penilaian media pembelajaran (Alfiyah, Siti: 2018) dan dimodifikasi oleh penulis.

Kesimpulan

Media ini dinyatakan :

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

(Mohon diberi tanda lingkaran pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/ Ibu)

Semarang, 28 Desember 2018

Validator Ahli Materi

Amia
(Amia Sari M., M.Pd.)

NIP. 19870311 2018012 001

2. Rohma Istiana, M. Si

ANGKET VALIDITAS

**PENGEMBANGAN MEDIA SIMULASI MITOSIS DAN MEIOSIS MENGGUNAKAN ALAT PERAGA
(Mock Up) LEGO MINISSET SEBAGAI PENDUKUNG PEMBELAJARAN BIOLOGI GENETIKA DI
UIN WALISONGO SEMARANG**

(AHLI MATERI)

Nama : *Rohma Istiana*

NIP : -

Bapak / Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini. Lembar validitas ini dimaksud untuk mengetahui pendapat Bapak/ Ibu selaku Ahli Materi terhadap kelayakan produk media pembelajaran biologi yang dibuat. Pendapat, saran, penilaian, kritik dan komentar Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini. Atas bantuan dan kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini, saya mengucapkan terima kasih.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Isilah tanda check list (√) pada kolom yang Bapak/ Ibu anggap sesuai dengan aspek yang ada.

Kriteria penilaian :

SB : Sangat Baik (5)

B : Baik (4)

C : Cukup (3)

KB : Kurang Baik (2)

SK : Sangat Kurang (1)

No.	Aspek	Indikator	Skala Penilaian					Komentar
			1	2	3	4	5	
1.	Pembelajaran	Kesesuaian materi dengan kompetensi dasar				✓		
		Kesesuaian materi dengan indikator				✓		
		Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran				✓		
		Kelengkapan materi				✓		
		Kedalaman materi				✓		

		Keakuratan materi sesuai teori dan konsep			✓		
		Keakuratan acuan pustaka			✓		
2.	Kelayakan penyajian	Interaktivitas siswa dengan media				✓	
		Kesesuaian media dengan tuntutan pembelajaran yang berpusat pada pembelajar			✓		
		Kemenarikan penyajian materi				✓	
		Kejelasan penyajian materi			✓		
		Keruntutan penyajian materi		✓			
		Penyajian materi mendorong untuk mencari informasi lebih jauh			✓		
		Penyajian materi dapat merangsang kedalaman berfikir mahasiswa			✓		
		Penyajian materi dapat mengukur kemampuan kognitif dan psikomotorik			✓		
		Pemberian umpan balik terhadap hasil evaluasi		✓			
3.	Penilaian bahasa	Bahasa materi mudah dipahami		✓			
		Menciptakan komunikasi interaktif			✓		
		Bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang ketika peserta didik menyusun media dan mendorong mereka untuk mempelajari materi yang terdapat dalam media tersebut secara keseluruhan			✓		
		Kesesuaian dengan tingkat perkembangan siswa			✓		

	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia			✓			
	Konsistensi penggunaan spasi, judul dan pengetikan materi			✓			
	Koherensi dan keruntutan alur berfikir				✓		
	Ketepatan penggunaan istilah dan pernyataan				✓		

Perbaikan Media

Petunjuk :

1. Apabila terjadi kesalahan pada media, mohon untuk dituliskan jenis kesalahan atau kekurangan pada kolom (a).
2. Mohon berikan saran perbaikan pada kolom (b)

No	Jenis Kesalahan (a)	Saran Perbaikan (b)
		Bebefapa materi ada yang masih typo dalam pengetikan. Mohon dicek lagi ya sebelum di print.

Komentar / Saran :

Sudah bagus. Ada beberapa tulisan yang masih typo (tidak saya coret di media, eman-eman medianya 😊). Bisa dikembangkan lagi untuk materi genetika dasar yang lain.

Sumber : Aspek kriteria penilaian media pembelajaran (Alfiyah, Siti: 2018) dan dimodifikasi oleh penulis.

Kesimpulan

Media ini dinyatakan :

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

(Mohon diberi tanda lingkaran pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/ Ibu)

Semarang, 17 Januari 2018

Validator Ahli Materi

(Rohma Istiana, M.Si.)

NIP.

Lampiran 12: Analisis Hasil Angket Validasi Ahli Materi

Hasil Perhitungan oleh Ahli Materi																													
No.	Nama Ahli	Pembelajaran												Kelayakan Penyajian								Penilaian Bahasa							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
1.	Afnia Sari M. M.Sc	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4				
2.	Rohma Istiana, M. Si	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4			
Jumlah		9	9	9	8	9	8	9	8	9	10	9	8	9	9	9	8	8	9	9	9	6	8	9	8	4			
Rerata Perbutir		4,5	4,5	4,5	4	4,5	4	4,5	4	4,5	5	4,5	4	4,5	4,5	4,5	4	4	4,5	4,5	3	4	4,5	4	4				
% perbutir		90	90	90	80	90	80	90	80	90	100	90	100	90	90	90	80	80	90	90	90	60	80	90	80				
% peraspek		87%												90%								83%							
Kategori	% rerata keseluruhan asp	Sangat Layak												Sangat Layak								Sangat Layak							
Kategori																													

$$\% \text{ rerata keseluruhan aspek} : \frac{n}{N} \times 100\%$$

$$: \frac{2080}{2400} \times 100\%$$

$$: 87\%$$

Lampiran 13: Hasil Angket Validasi Ahli Media

1. Drs. Listiyono, M. Pd

ANGKET VALIDITAS

**PENGEMBANGAN MEDIA SIMULASI MITOSIS DAN MEIOSIS MENGGUNAKAN ALAT PERAGA
(Mock Up) LEGO MINISET SEBAGAI PENDUKUNG PEMBELAJARAN BIOLOGI GENETIKA DI
UIN WALISONGO SEMARANG**

(AHLI MEDIA)

Nama : Drs. Listiyono M. Pd.
NIP : 19631016 200804008

Bapak / Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini. Lembar validitas ini dimaksud untuk mengetahui pendapat Bapak/ Ibu selaku Ahli Media terhadap kelayakan produk media pembelajaran biologi yang dibuat. Pendapat, saran, penilaian, kritik dan komentar Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini. Atas bantuan dan kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini, saya mengucapkan terima kasih.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Isilah tanda check list (✓) pada kolom yang Bapak/ Ibu anggap sesuai dengan aspek yang ada.

Kriteria penilaian :

SB : Sangat Baik (5)
B : Baik (4)
C : Cukup (3)
KB : Kurang Baik (2)
SK : Sangat Kurang (1)

No.	Aspek	Indikator	Skala Penilaian					Komentar
			1	2	3	4	5	
1.	Tampilan	Ketepatan memilih media untuk pengembangan					✓	
		Kesesuaian pemilihan bahan media				✓		
		Kejelasan petunjuk penggunaan media				✓		
		Mudah digunakan dalam pembelajaran				✓		

		Mudah disimpan					✓	
		Pengemasan media					✓	
		Tingkat keawetan media				✓		
2.	Komunikasi visual	Komunikatif (bahasa mudah dipahami, baik, benar, dan efektif)					✓	
		Kesederhanaan tampilan mock up				✓		
		Pemilihan jenis dan ukuran huruf yang digunakan				✓		
		Pengaturan jarak (huruf, garis, karakter)					✓	
		Keterbacaan teks					✓	
		Tampilan gambar yang disajikan					✓	
		Keseimbangan proporsi gambar				✓		
		Kesesuaian gambar yang mendukung materi					✓	
		Pengaturan tata letak					✓	
		Komposisi warna					✓	
		Keserasian pemilihan warna					✓	
		Kerapian desain				✓		
		Kemenarikan desain				✓		
3.	Manfaat	Meningkatkan minat belajar siswa				✓		
		Menciptakan suasana menyenangkan dalam belajar					✓	
		Mendukung pembelajaran yang berpusat pada siswa				✓		
		Mempermudah memahami materi				✓		

Perbaikan Media

Petunjuk:

3. Apabila terjadi kesalahan pada media, mohon untuk dituliskan jenis kesalahan atau kekurangan pada kolom (a).
4. Mohon berikan saran perbaikan pada kolom (b)

No	Jenis Kesalahan (a)	Saran Perbaikan (b)
1.	penulisan B.O.Y.	seharusnya penulisan B.O.Y. harus menggunakan huruf kapital.
2.	implikasi nilai	harus disertai dengan contoh.

Komentar / Saran :

Baik dapat digunakan sebagai media analogi dan penjelasan pembelajaran.

Sumber : Aspek kriteria penilaian media pembelajaran (Alfiyah, Siti: 2018) dan dimodifikasi oleh penulis.

Kesimpulan

Media ini dinyatakan :

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

(Mohon diberi tanda lingkaran pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/ Ibu)

Semarang, 26 - 12 - 2018

Validator Ahli Media



NIP.

29.12.1980.011.008

2. M. Izzatul Faqih, M. Pd

ANGKET VALIDITAS

PENGEMBANGAN MEDIA SIMULASI MITOSIS DAN MEIOSIS MENGGUNAKAN ALAT PERAGA
(Mock Up) LEGO MINISET SEBAGAI PENDUKUNG PEMBELAJARAN BIOLOGI GENETIKA DI
UIN WALISONGO SEMARANG

(AHLI MEDIA)

Nama : Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd

NIP :

Bapak / Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini. Lembar validitas ini dimaksud untuk mengetahui pendapat Bapak/ Ibu selaku Ahli Media terhadap kelayakan produk media pembelajaran biologi yang dibuat. Pendapat, saran, penilaian, kritik dan komentar Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini. Atas bantuan dan kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini, saya mengucapkan terima kasih.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Isilah tanda check list (✓) pada kolom yang Bapak/ Ibu anggap sesuai dengan aspek yang ada.

Kriteria penilaian :

SB : Sangat Baik (5)

B : Baik (4)

C : Cukup (3)

KB : Kurang Baik (2)

SK : Sangat Kurang (1)

No.	Aspek	Indikator	Skala Penilaian					Komentar
			1	2	3	4	5	
1.	Tampilan	Ketepatan memilih media untuk pengembangan					✓	
		Kesesuaian pemilihan bahan media					✓	
		Kejelasan petunjuk penggunaan media					✓	
		Mudah digunakan dalam pembelajaran					✓	

		Mudah disimpan					✓	
		Pengemasan media					✓	
		Tingkat keawetan media				✓		
2.	Komunikasi visual	Komunikatif (bahasa mudah dipahami, baik, benar, dan efektif)					✓	
		Kesederhanaan tampilan mock up					✓	
		Pemilihan jenis dan ukuran huruf yang digunakan					✓	
		Pengaturan jarak (huruf, garis, karakter)					✓	
		Keterbacaan teks					✓	
		Tampilan gambar yang disajikan					✓	
		Keseimbangan proporsi gambar					✓	
		Kesesuaian gambar yang mendukung materi					✓	
		Pengaturan tata letak					✓	
		Komposisi warna					✓	
		Keserasian pemilihan warna					✓	
		Kerapian desain					✓	
		Kemenarikan desain					✓	
3.	Manfaat	Meningkatkan minat belajar siswa					✓	
		Menciptakan suasana menyenangkan dalam belajar					✓	
		Mendukung pembelajaran yang berpusat pada siswa					✓	
		Mempermudah memahami materi				✓		

Perbaiki Media

Petunjuk :

1. Apabila terjadi kesalahan pada media, mohon untuk dituliskan jenis kesalahan atau kekurangan pada kolom (a).
2. Mohon berikan saran perbaikan pada kolom (b)

No	Jenis Kesalahan (a)	Saran Perbaikan (b)
1.	font kecil kecil	font diganti dengan yang lebih jelas
2.	Nomor banang sentrosom	diganti dengan warna yang jelas.
3.	Sentriol pada sentrosom.	Ditambahkan pada buku petunjuk bahwa sentriol tidak bergantung.

Komentar / Saran :

Sumber : Aspek kriteria penilaian media pembelajaran (Alfiyah, Siti: 2018) dan dimodifikasi oleh penulis.

Kesimpulan


Media ini dinyatakan :

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

(Mohon diberi tanda lingkaran pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/ Ibu)

Semarang, 17-01-2018

Validator Ahli Materi


(Mukhammad J F)

NIP.

Lampiran 14: Analisis Hasil Angket Validasi Ahli Media

No.		Hasil Perhitungan oleh Ahli Media																							
		Tampilan												Komunikasi Visual											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1. Drs. Lisdyono, M.Pd		5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4
2. M. I. Faridh, M. Pd		5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
Jumlah		10	9	9	9	10	10	8	9	9	10	10	10	9	10	10	10	10	10	9	9	9	10	9	8
Rata-rata Perbutir		5	4,5	4,5	4,5	5	5	4	4,5	4,5	4,5	5	5	5	4,5	5	5	5	5	4,5	4,5	5	4,5	4	4
% perbutir		100	90	90	90	100	100	80	90	90	90	100	100	90	100	100	100	100	100	90	90	90	100	90	80
% perspektif		93%												93%										90%	
% rata-rata keseluruhan aspek		Sangat Layak												Sangat Layak										Sangat Layak	
Kategori														94%											
		Sangat Layak												Sangat Layak										Sangat Layak	

% rata-rata keseluruhan aspek : $\frac{n}{N} \times 100\%$

: $\frac{2250}{2400} \times 100\%$

: 94%

Lampiran 15: Hasil Angket Validasi Dosen Genetika

1. Mirtaati Na'ima, M. Sc

ANGKET VALIDITAS

**PENGEMBANGAN MEDIA SIMULASI MITOSIS DAN MEIOSIS MENGGUNAKAN ALAT PERAGA
(Mock Up) LEGO MINISET SEBAGAI PENDUKUNG PEMBELAJARAN BIOLOGI GENETIKA DI
UIN WALISONGO SEMARANG**

(DOSEN GENETIKA)

Nama : Mirtaati Na'ima

NIP : -

Bapak / Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini. Lembar validitas ini dimaksud untuk mengetahui pendapat Bapak/ Ibu selaku Dosen Genetika terhadap kelayakan produk media pembelajaran biologi yang dibuat. Pendapat, saran, penilaian, kritik dan komentar Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini. Atas bantuan dan kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini, saya mengucapkan terima kasih.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Isilah tanda check list (✓) pada kolom yang Bapak/ Ibu anggap sesuai dengan aspek yang ada.

Kriteria penilaian :

SB : Sangat Baik (5)

B : Baik (4)

C : Cukup (3)

KB : Kurang Baik (2)

SK : Sangat Kurang (1)

No.	Aspek	Indikator	Skala Penilaian					Komentar
			1	2	3	4	5	
1.	Tampilan	Ketepatan memilih media untuk pengembangan					✓	
		Kesesuaian pemilihan bahan media				✓		
		Kejelasan petunjuk penggunaan media					✓	
		Mudah digunakan dalam pembelajaran				✓		
		Mudah disimpan					✓	
		Pengemasan media					✓	

		Tingkat keawetan media					✓	
2.	Komunikasi visual	Komunikatif (bahasa mudah dipahami, baik, benar, dan efektif)					✓	
		Kesederhanaan tampilan mock up					✓	
		Pemilihan jenis dan ukuran huruf yang digunakan				✓		
		Pengaturan jarak (huruf, garis, karakter)					✓	
		Keterbacaan teks					✓	
		Tampilan gambar yang disajikan					✓	
		Keseimbangan proporsi gambar					✓	
		Kesesuaian gambar yang mendukung materi					✓	
		Pengaturan tata letak				✓		
		Komposisi warna				✓		
		Keserasian pemilihan warna					✓	
		Kerapian desain				✓		
		Kemenarikan desain					✓	
3.	Pembelajaran	Kesesuaian materi dengan kompetensi dasar					✓	
		Kesesuaian materi dengan indicator					✓	
		Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran					✓	
		Kelengkapan materi					✓	
		Kedalaman materi				✓		
		Keakuratan materi sesuai teori dan konsep				✓		
		Keakuratan acuan pustaka					✓	
4.	Kelayakan penyajian	Interaktivitas Mahasiswa dengan media					✓	
		Kesesuaian media dengan tuntutan pembelajaran yang berpusat pada Mahasiswa					✓	

		Kemenarikan penyajian materi					✓	
		Kejelasan penyajian materi				✓		
		Keruntutan penyajian materi				✓		
		Penyajian materi mendorong untuk mencari informasi lebih jauh				✓		
		Penyajian materi dapat merangsang kedalaman berfikir Mahasiswa				✓		
		Penyajian materi dapat mengukur kemampuan kognitif dan psikomotorik				✓		
		Pemberian umpan balik terhadap hasil evaluasi				✓		
5.	Penilaian bahasa	Bahasa materi mudah dipahami				✓		
		Menciptakan komunikasi interaktif				✓		
		Bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang ketika peserta didik menyusun media dan mendorong mereka untuk mempelajari materi yang terdapat dalam media tersebut secara keseluruhan				✓		
		Kesesuaian dengan tingkat perkembangan siswa				✓		
		Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia				✓		
		Konsistensi penggunaan spasi, judul dan pengetikan materi				✓		
		Koherensi dan keruntutan alur berfikir				✓		
		Ketepatan penggunaan istilah dan pernyataan				✓		
6.	Manfaat	Meningkatkan minat belajar siswa				✓		
		Menciptakan suasana menyenangkan dalam belajar				✓		
		Mendukung pembelajaran yang berpusat pada siswa				✓		

		Mempermudah memahami materi					✓	
--	--	-----------------------------	--	--	--	--	---	--

Perbaikan Media

Petunjuk :

5. Apabila terjadi kesalahan pada media, mohon untuk dituliskan jenis kesalahan atau kekurangan pada kolom (a).
6. Mohon berikan saran perbaikan pada kolom (b)

No	Jenis Kesalahan (a)	Saran Perbaikan (b)
	Perbaikan kembali jenis pengu- jian literatur	Kerangka bisa diganti dengan berang atau pita

Komentar / Saran :

Sudah baik dan sudah layak digunakan dengan sedikit revisi.

Sumber : Aspek kriteria penilaian media pembelajaran (Alfiyah, Siti: 2018) dan dimodifikasi oleh penulis.

Kesimpulan


Media ini dinyatakan :

- 1. Layak digunakan tanpa revisi
- ☒ 2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
- 3. Tidak layak digunakan

(Mohon diberi tanda lingkaran pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/ Ibu)

Semarang, 19 Januari 2018

Dosen Genetika


(Mirtaati Na'ima)

NIP. -

2. Tara Puri Ducha R., M. Sc

ANGKET VALIDITAS

PENGEMBANGAN MEDIA SIMULASI MITOSIS DAN MEIOSIS MENGGUNAKAN ALAT PERAGA
(Mock Up) LEGO MINISET SEBAGAI PENDUKUNG PEMBELAJARAN BIOLOGI GENETIKA DI
UIN WALISONGO SEMARANG

(DOSEN GENETIKA)

Nama : Tara Puri Ducha R., M. Sc

NIP :

Bapak / Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini. Lembar validitas ini dimaksud untuk mengetahui pendapat Bapak/ Ibu selaku Dosen Genetika terhadap kelayakan produk media pembelajaran biologi yang dibuat. Pendapat, saran, penilaian, kritik dan komentar Bapak/ Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini. Atas bantuan dan kesediaan Bapak/ Ibu untuk mengisi lembar validitas ini, saya mengucapkan terima kasih.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Isilah tanda check list (✓) pada kolom yang Bapak/ Ibu anggap sesuai dengan aspek yang ada.

Kriteria penilaian :

SB : Sangat Baik (5)

B : Baik (4)

C : Cukup (3)

KB : Kurang Baik (2)

SK : Sangat Kurang (1)

No.	Aspek	Indikator	Skala Penilaian					Komentar
			1	2	3	4	5	
1.	Tampilan	Ketepatan memilih media untuk pengembangan					✓	
		Kesesuaian pemilihan bahan media					✓	
		Kejelasan petunjuk penggunaan media					✓	
		Mudah digunakan dalam pembelajaran					✓	
		Mudah disimpan					✓	
		Pengemasan media					✓	

		Tingkat keawetan media					✓	
2.	Komunikasi visual	Komunikatif (bahasa mudah dipahami, baik, benar, dan efektif)					✓	
		Kesederhanaan tampilan mock up					✓	
		Pemilihan jenis dan ukuran huruf yang digunakan					✓	
		Pengaturan jarak (huruf, garis, karakter)					✓	
		Keterbacaan teks					✓	
		Tampilan gambar yang disajikan					✓	
		Keseimbangan proporsi gambar					✓	
		Kesesuaian gambar yang mendukung materi					✓	
		Pengaturan tata letak					✓	
		Komposisi warna					✓	
		Keserasian pemilihan warna					✓	
		Kerapian desain					✓	
		Kemenarikan desain					✓	
3.	Pembelajaran	Kesesuaian materi dengan kompetensi dasar					✓	
		Kesesuaian materi dengan indicator					✓	
		Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran					✓	
		Kelengkapan materi					✓	
		Kedalaman materi					✓	
		Keakuratan materi sesuai teori dan konsep					✓	
		Keakuratan acuan pustaka					✓	
4.	Kelayakan penyajian	Interaktivitas Mahasiswa dengan media					✓	
		Kesesuaian media dengan tuntutan pembelajaran yang berpusat pada Mahasiswa					✓	

		Kemenarikan penyajian materi					✓	
		Kejelasan penyajian materi					✓	
		Keruntutan penyajian materi					✓	
		Penyajian materi mendorong untuk mencari informasi lebih jauh					✓	
		Penyajian materi dapat merangsang kedalaman berfikir Mahasiswa					✓	
		Penyajian materi dapat mengukur kemampuan kognitif dan psikomotorik					✓	
		Pemberian umpan balik terhadap hasil evaluasi					✓	
	5.	Penilaian bahasa	Bahasa materi mudah dipahami				✓	
			Menciptakan komunikasi interaktif				✓	
			Bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang ketika peserta didik menyusun media dan mendorong mereka untuk mempelajari materi yang terdapat dalam media tersebut secara keseluruhan				✓	
			Kesesuaian dengan tingkat perkembangan siswa				✓	
			Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia			✓	✓	
			Konsistensi penggunaan spasi, judul dan pengetikan materi				✓	
			Koherensi dan keruntutan alur berfikir				✓	
			Ketepatan penggunaan istilah dan pernyataan				✓	
6.	Manfaat	Meningkatkan minat belajar siswa					✓	
		Menciptakan suasana menyenangkan dalam belajar					✓	
		Mendukung pembelajaran yang berpusat pada siswa					✓	

		Menpermudah memahami materi				✓	
--	--	--------------------------------	--	--	--	---	--

Perbaikan Media

Petunjuk :

5. Apabila terjadi kesalahan pada media, mohon untuk dituliskan jenis kesalahan atau kekurangan pada kolom (a).
6. Mohon berikan saran perbaikan pada kolom (b)

No	Jenis Kesalahan (a)	Saran Perbaikan (b)

Komentar / Saran :

• Baiknya dilengkapi dengan DVD yang memperagakan cara kerja alat (untuk mempermudah)

Sumber : Aspek kriteria penilaian media pembelajaran (Alfiyah, Siti: 2018) dan dimodifikasi oleh penulis.

Kesimpulan

Media ini dinyatakan :

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

(Mohon diberi tanda lingkaran pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/ Ibu)

Semarang, 18 / 01 / 2019

Bosen Genetika

(Tara Puri)
duda Rahmani, S.Si, M.S.

NIP.

Lampiran 16: Analisis Hasil Angket Validasi Dosen Genetika

		Hasil Perhitungan oleh Dosen Cemetika																																			
		Tampilan														Komunikasi Visual														Pembelajaran							
No	Nama Ahli	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28								
1	Miftaaznima,M.Sc	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5								
2	Tara Putri D.R.M.Sc	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5								
Jumlah		10	9	10	9	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	9	9	10	9	10	10	10	10	10	9	9	10	10								
Rerata Perburir		5	4,5	5	4,5	5	5	5	5	5	4,5	5	5	5	5	5	4,5	4,5	5	4,5	5	5	5	5	4,5	4,5	5	5	5								
% Perburir		100	90	100	90	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	90	100	100	90	100	100	100	100	100	90	90	100	100								
		97%														97%														97%							
Kategori		Sangat Layak														Sangat Layak														Sangat Layak							
% rerata keseluruhan asp		Sangat Layak														96%														Sangat Layak							
Kategori		Sangat Layak														Sangat Layak														Sangat Layak							

		Hasil Perhitungan oleh Dosen Cemetika																									
No.	Nama Ahli	Kelayakan Penyajian												Penilaian Bahasa												Manfaat	
1.	MirtaNa Ima,M.Sc	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48					
2.	Tara Putri D.R.M.Sc	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5					
Jumlah		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5					
Rerata Perburir		10	10	10	9	9	9	10	10	10	9	10	9	9	9	10	9	9	10	10	10	10					
% perburir		5	5	5	4,5	4,5	4,5	5	5	5	4,5	5	4,5	4,5	4,5	5	4,5	4,5	5	5	5	5					
% perspek		100	100	100	90	90	90	100	100	100	90	100	90	90	90	100	90	90	100	100	100	100					
Kategori		97%												93%												100%	
% rerata keseluruhan asp		Sangat Layak												Sangat Layak												Sangat Layak	
Kategori		Sangat Layak												Sangat Layak												Sangat Layak	

$$\% \text{ rerata keseluruhan aspek} = \frac{n}{N} \times 100\%$$

$$= \frac{4630}{4800} \times 100\%$$

$$= 96\%$$

Lampiran 17: Hasil Angket Tanggapan Peserta Didik

JUDUL PROGRAM : PENGELOMPOKAN BERUSAHA SIKLUS UTANG DUA MINGGU
 NAMA : NORTIA FITRIANI
 NPM : 3010202022
 PRASARANA TIANG : IAIN WALISONGO SEMARANG
 : JOMBANG BARU ANGGLO
 : IAIN WALISONGO SEMARANG

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET
 Isilah sesuai perintah berikut (jika belum pernah di dapat, maka angket tersebut dianggap tidak pernah ada.
 Isilah sesuai perintah berikut :

No.	Aspek	Indikator	Skala Penilaian	Komentar
			1 2 3 4 5	
1.	Media	Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
2.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
3.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
4.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
5.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
6.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
7.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
8.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
9.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
10.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
11.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
12.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
13.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
14.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
15.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
16.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
17.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
18.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
19.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
20.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
21.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
22.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
23.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
24.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
25.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
26.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
27.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
28.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
29.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
30.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
31.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
32.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
33.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
34.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
35.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
36.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
37.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
38.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
39.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
40.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
41.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
42.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
43.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
44.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
45.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
46.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
47.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
48.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
49.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
50.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
51.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
52.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
53.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
54.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
55.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
56.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
57.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
58.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
59.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
60.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
61.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
62.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
63.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
64.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
65.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
66.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
67.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
68.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
69.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
70.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
71.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
72.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
73.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
74.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
75.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
76.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
77.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
78.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
79.		Kejelasan materi dan media untuk kegiatan belajar	5	✓
80.				

[illegible]

	menyebutkan menyebutkan yang terdapat dalam media tersebut sifat media dan kemudahan akses berbagai penyusutan (misal dan penyempitan Mencakup semua asas-asas menyebutkan menyebutkan kemungkinan yang berpengaruh pada Meningkatkan menyebutkan materi	✓	✓	✓	✓
--	--	---	---	---	---

Kritik dan Saran

Maka pembelajaran yang digunakan sangat
gudratnya terunt. Kianat untuk diadatkan
media pengajaran. Selain itu Pengajaran
walaupun sangsi bukan di Pabrik.
Sangsi mengajarkan dan menabah
juga belah. Dengan adanya siswa ini
juga akan ada sangsi dengan materi
dan materi ini, sehingga sudah paham.

Semarang, 31 Desember 2018

Mahasiswa Pendidikan Biologi



(Nolita F. Nugraha)

NIM. 1802026022

Lampiran 18: Analisis Hasil Angket Tanggapan Peserta Didik

Perhitungan Tanggapan Peserta Didik																																Jumlah		
No		Nomor Item Angket																														Kata	Simbol	
Mahasiswa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	Σ	
1 M-1	4	4	3	5	4	3	4	5	4	3	4	4	3	5	4	4	3	4	3	5	4	4	3	4	4	5	4	5	4	5	5	130	81	
2 M-2	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	5	150	94	
3 M-3	4	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	145	91	
4 M-4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	149	93	
5 M-5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	4	5	146	91
6 M-6	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	140	88	
7 M-7	5	4	5	4	5	5	5	4	3	5	4	5	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	125	78	
8 M-8	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	141	88	
9 M-9	5	4	4	4	5	4	3	5	3	3	3	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	5	129	81	
10 M-10	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	143	89	
11 M-11	4	5	4	3	5	3	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	141	88	
12 M-12	3	4	3	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	131	82	
13 M-13	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	148	93	
14 M-14	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	159	99	
15 M-15	5	4	5	4	5	5	5	5	5	3	3	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	140	88
16 M-16	4	5	4	4	4	3	5	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	5	143	77
17 M-17	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	4	3	4	4	5	4	5	4	5	147	92	
18 M-18	5	4	4	4	3	4	4	5	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	5	122	76
19 M-19	4	4	4	3	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	3	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	5	3	5	140	88
20 M-20	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	148	93
21 M-21	5	4	5	5	5	4	3	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	142	89
22 M-22	3	3	3	4	4	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	5	5	121	76
23 M-23	4	3	4	4	3	3	4	4	5	5	3	4	4	4	3	5	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	126	79
24 M-24	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	135	84
25 M-25	4	4	5	4	5	3	5	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	130	81
26 M-26	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	141	88
27 M-27	4	3	4	4	4	3	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	5	130	81	
28 M-28	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	138	83
29 M-29	4	4	4	4	3	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	5	124	78	

[illegible]

Lampiran 19: Instrumen Evaluasi Peserta Didik
Slide 1

PATERNAL & MATERNAL

Susunlah/ sandingkan ke empatkromosom (sebelah kanan) berdasarkan PARENTALnya ke dalam kotak dibawah ini!

PATERNAL

MATERNAL



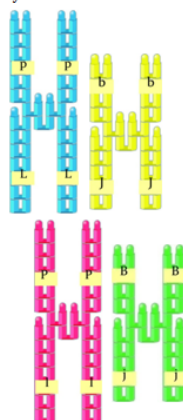
Slide 2

HOMOLOG

Susunlah/ sandingkan ke empat kromosom (sebelah kanan) berdasarkan HOMOLOGnya ke dalam kotak dibawah ini!

HOMOLOG 1

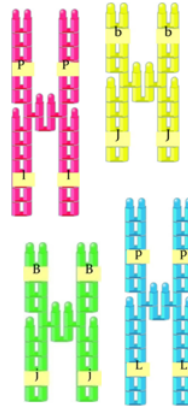
HOMOLOG 2



Slide 3

nonHOMOLOG

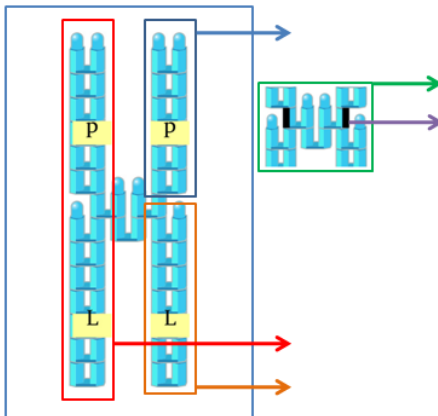
Susunlah/ sandingkan ke empat kromosom (sebelah kanan) berdasarkan nonHOMOLOGnya ke dalam kotak dibawah ini!



Slide 4

BAGIAN KROMOSOM

BERIKANLAH KETERANGAN yang sesuai dengan gambar yang ditunjuk oleh anak panah, dengan menggeser nama-nama (sebelah kanan) yang telah disediakan!



Lengan "p"

Lengan "q"

Kromatid

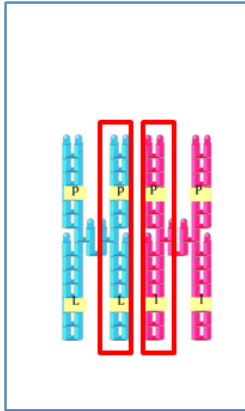
Sentromer

Kinektokor

Slide 5

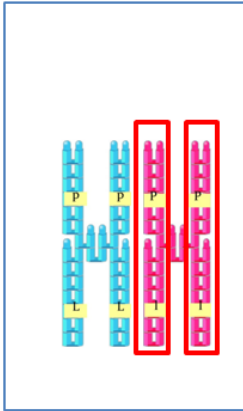
KROMATID SAUDARA & NONSAUDARA

Berilah keterangan yang tepat untuk Gambar 2 Kromatid yang ditunjuk oleh kotak merah dengan menggeser nama-nama kromatid yang tersedia!



Kromatid
Saudara

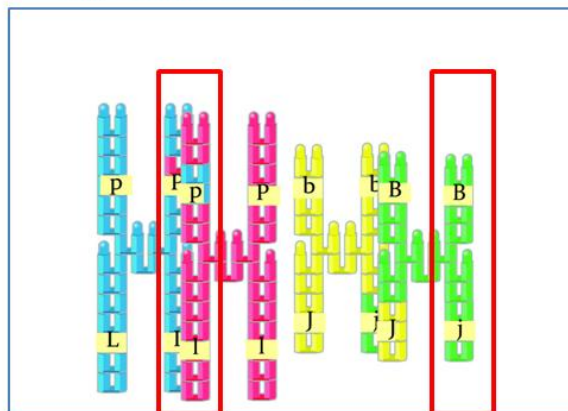
Kromatid
nonSaudara



Slide 6

PARENTAL DAN REKOMBINAN

Berilah keterangan yang tepat untuk Gambar 2 Kromatid yang ditunjuk oleh kotak merah dengan menggeser nama-nama kromatid yang tersedia!



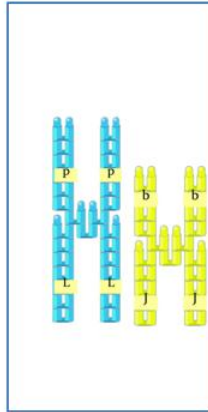
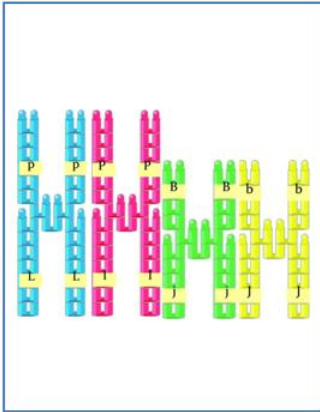
Parental

Rekombinal

Slide 7

HAPLOID DIPLOID

BERIKANLAH KETERANGAN di bagian atas kotak sesuai dengan Haploid/Diploidnya, dengan menggeser nama-nama (sebelah kanan) yang telah disediakan !



Haploid

Diploid

Slide 8

SIKLUS SEL

BERIKANLAH KETERANGAN di bagian atas GAMBAR sesuai dengan TAHAPAN SIKLUS SEL, dengan menggeser nama-nama (sebelah kanan) yang telah disediakan !



G2 INTERFASE

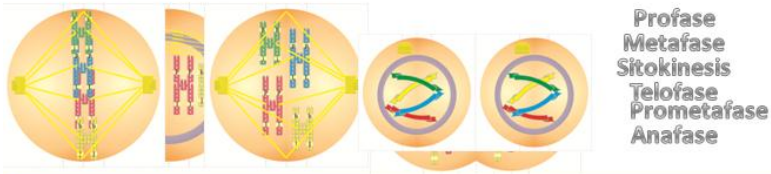
G1 INTERFASE

S INTERFASE

Slide 9

MITOSIS

URUTKANLAH GAMBAR (kiri ke kanan) sesuai dengan TAHAPAN MITOSIS di bagian bawah, dan geserlah nama-nama tahapan tepat di bagian atas gambar yang telah di urutkan!



Slide 10

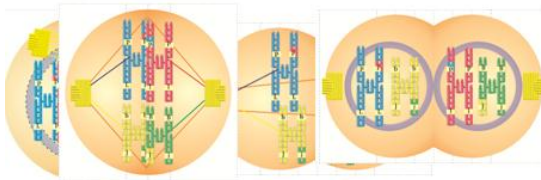
Soal MITOSIS

1. Berapakah **Replikasi DNA/ Duplikasi Kromosom** pada Mitosis?
Jawaban :
2. Berapakah **pembelahan** terjadi pada Mitosis?
Jawaban :
3. Berapakah hasil **anakan** dari pembelahan Mitosis? Haploid/Diploid?
Jawaban :
4. Bagaimanakah Gen anakan hasil pembelahan Mitosis, apakah identik dengan induk? Mengapa demikian!
Jawaban :
5. Salah satu tahap pembelahan Mitosis, yang mana kromatid saudara berikatan dengan kutub yang berlawanan dan kromosom **belum** berjejer pada lempeng metafase merupakan tahap
Jawaban :

Slide 11

MEIOSIS I

URUTKANLAH GAMBAR (kiri ke kanan) sesuai dengan TAHAPAN MEIOSIS I di bagian bawah, dan geserlah nama-nama tahapan sesuai gambarnya tepat di bagian atas gambar!

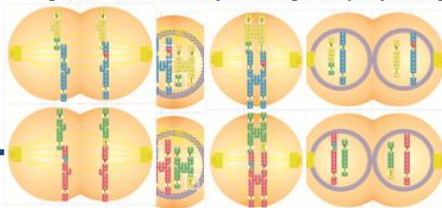


Profase I
Metafase I
Telofase I
Anafase I

Slide 12

MEIOSIS II

URUTKANLAH GAMBAR (kiri ke kanan) sesuai dengan TAHAPAN MEIOSIS II di bagian bawah, dan geserlah nama-nama tahapan sesuai gambarnya tepat di bagian atas gambar!



Profase II
Metafase II
Telofase II
Anafase II

Slide 13

Soal Meiosis

1. Apakah meiosis juga mengalami Interfase? Jelaskan!

Jawaban :

2. Berapakah **Replikasi DNA/ Duplikasi Kromosom** pada Meiosis?

Jawaban :

3. Berapakah **pembelahan** terjadi pada Meiosis?

Jawaban :

4. Berapakah hasil **anakan** dari pembelahan Meiosis? Haploid/Diploid?

Jawaban :

4. Bagaimanakah Gen anakan hasil pembelahan Meiosis, apakah identik dengan induk? Mengapa demikian!

Jawaban :

5. Jelaskan perbedaan Anafase I dan Anafase II pada Meiosis!

Jawaban :

Slide 14

Perbedaan Mitosis dan Meiosis

Masukkan keterangan yang sesuai kedalam kotak karakter Mitosis atau Meiosis.

Mitosis		Meiosis
	Pembelahan 1x	
	Pembelahan 2x	
	Sel Anakan 4	
	Haploid	
	Sel Anakan 2	
	Diploid	
	Tidak	
	Mengalami	
	pindah silang	
	Mengalami	
	pindah silang	
	Identik dengan	
	induk	
	Tidak Identik	
	dengan induk	

Integrasi Nilai Islam

Ayat manakah dibawah ini yang relevan dengan Mitosis atau Meiosis?

Al- Insan ayat 2

إِنَّا خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ نُطْفَةٍ أَمْشَاحٍ مُّتَّبِعَةٍ

فَجَعَلْنَاهُ سَمِيعًا بَصِيرًا ﴿٢﴾

"Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dari setetes mani yang bercampur[1535] yang Kami hendak mengujinya (dengan perintah dan larangan), karena itu Kami jadikan Dia mendengar dan melihat." (Q.S Al-Insan/76:2)



Ali Imran ayat 190

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَآخِثَاتِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَا يَتَذَكَّرُ إِلَّا أُولُو الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾

"Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal." (Q.S Ali Imran/3:190)

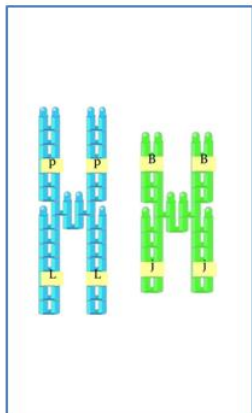
Lampiran 20: Hasil Evaluasi Peserta Didik

Slide 1

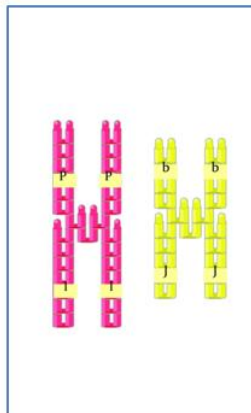
PATERNAL & MATERNAL

Susunlah/ sandingkan ke empat kromosom (sebelah kanan) berdasarkan PARENTALnya ke dalam kotak dibawah ini!

PATERNAL



MATERNAL

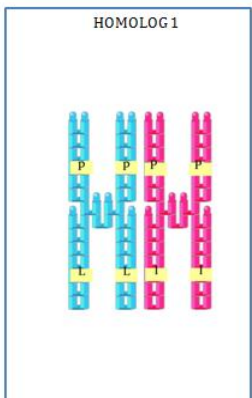


Slide 2

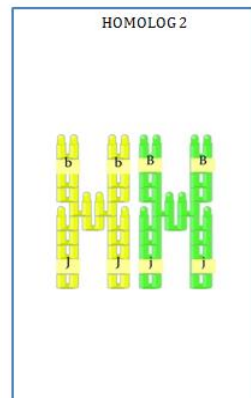
HOMOLOG

Susunlah/ sandingkan ke empat kromosom (sebelah kanan) berdasarkan HOMOLOGnya ke dalam kotak dibawah ini!

HOMOLOG 1



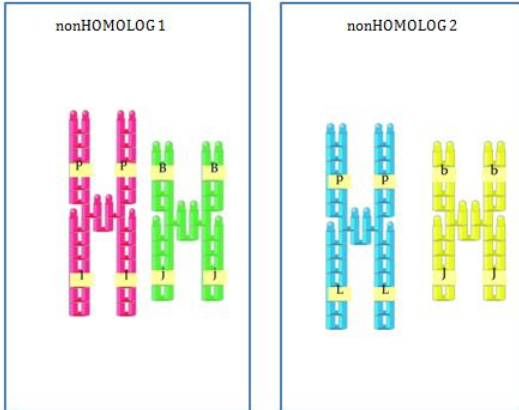
HOMOLOG 2



Slide 3

nonHOMOLOG

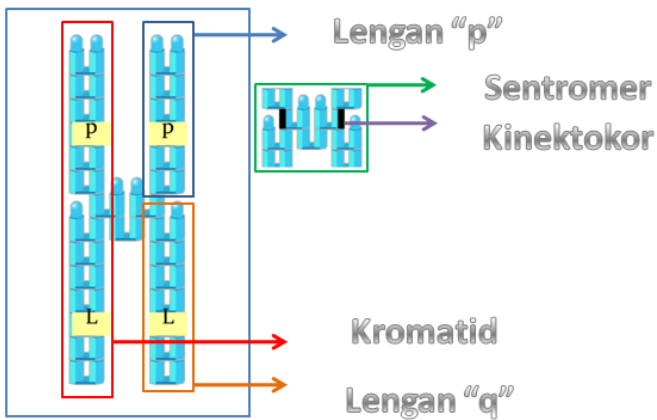
Susunlah/ sandingkan ke empat kromosom (sebelah kanan) berdasarkan nonHOMOLOGnya ke dalam kotak dibawah ini!



Slide 4

BAGIAN KROMOSOM

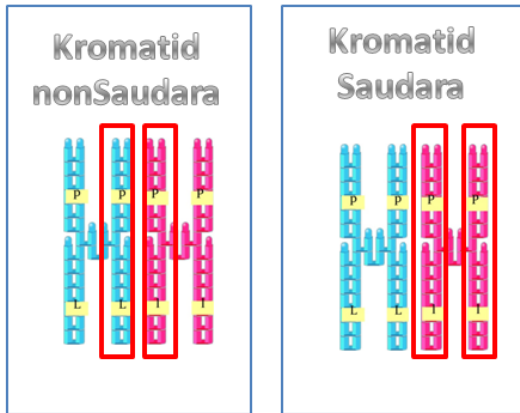
BERIKANLAH KETERANGAN yang sesuai dengan gambar yang ditunjuk oleh anak panah, dengan menggeser nama-nama (sebelah kanan) yang telah disediakan!



Slide 5

KROMATID SAUDARA & NONSAUDARA

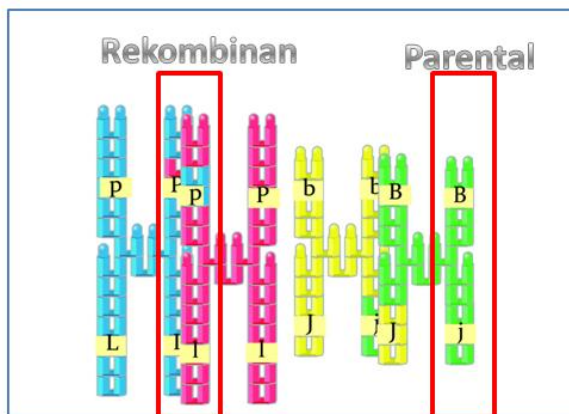
Berilah keterangan yang tepat untuk Gambar 2 Kromatid yang ditunjuk oleh kotak merah dengan mengeser nama-nama kromatid yang tersedia!



Slide 6

PARENTAL DAN REKOMBINAN

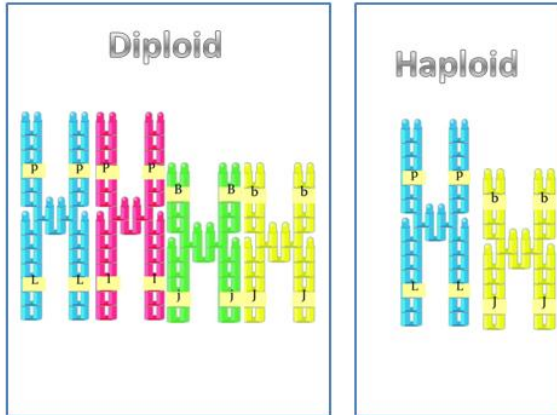
Berilah keterangan yang tepat untuk Gambar 2 Kromatid yang ditunjuk oleh kotak merah dengan mengeser nama-nama kromatid yang tersedia!



Slide 7

HAPLOID DIPLOID

BERIKANLAH KETERANGAN di bagian atas kotak sesuai dengan Haploid/Diploidnya, dengan menggeser nama-nama (sebelah kanan) yang telah disediakan !



Slide 8

SIKLUS SEL

BERIKANLAH KETERANGAN di bagian atas GAMBAR sesuai dengan TAHAPAN SIKLUS SEL, dengan menggeser nama-nama (sebelah kanan) yang telah disediakan !

G1 INTERFASE



S INTERFASE



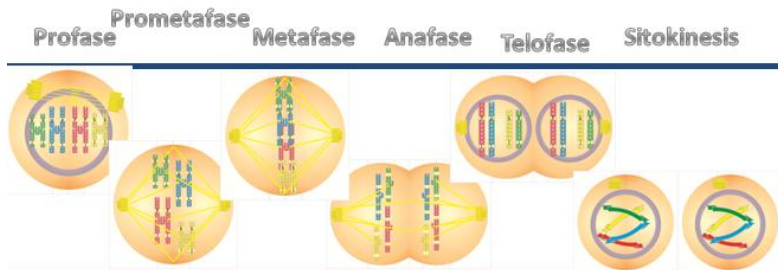
G2 INTERFASE



Slide 9

MITOSIS

URUTKANLAH GAMBAR (kiri ke kanan) sesuai dengan TAHAPAN MITOSIS di bagian bawah, dan geserlah nama-nama tahapan tepat di bagian atas gambar yang telah di urutkan!



Slide 10

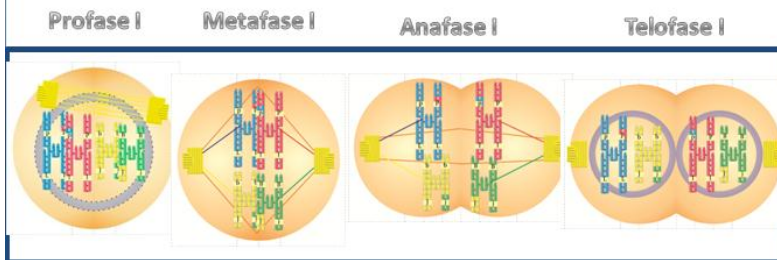
Soal MITOSIS

1. Berapakah **Replikasi DNA/ Duplikasi Kromosom** pada Mitosis?
Jawaban : 1
2. Berapakah **pembelahan** terjadi pada Mitosis?
Jawaban : 1
3. Berapakah hasil **anakan** dari pembelahan Mitosis? Haploid/Diploid?
Jawaban : 2 diploid
4. Bagaimanakah Gen anakan hasil pembelahan Mitosis, apakah identik dengan induk? Mengapa demikian!
Jawaban : identik, karena tidak mengalami pindah silang
5. Salah satu tahap pembelahan Mitosis, yang mana kromatid saudara berikatan dengan kutub yang berlawanan dan kromosom **belum** berjejer pada lempeng metafase merupakan tahap
Jawaban : prometafase

Slide 11

MEIOSIS I

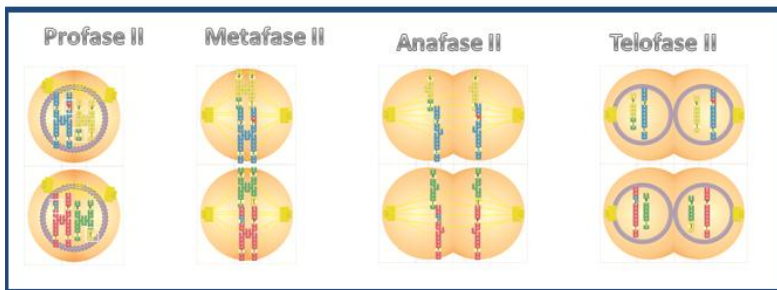
URUTKANLAH GAMBAR (kiri ke kanan) sesuai dengan TAHAPAN MEIOSIS I di bagian bawah, dan geserlah nama-nama tahapan sesuai gambarnya tepat di bagian atas gambar!



Slide 12

MEIOSIS II

URUTKANLAH GAMBAR (kiri ke kanan) sesuai dengan TAHAPAN MEIOSIS II di bagian bawah, dan geserlah nama-nama tahapan sesuai gambarnya tepat di bagian atas gambar!



Slide 13

Soal Meiosis

1. Apakah meiosis juga mengalami Interfase? Jelaskan!

Jawaban : iya, karena untuk persiapan membelah

2. Berapakah **Replikasi DNA/ Duplikasi Kromosom** pada Meiosis?

Jawaban : 2

3. Berapakah **pembelahan** terjadi pada Meiosis?

Jawaban : 2

4. Berapakah hasil **anakan** dari pembelahan Meiosis? Haploid/Diploid?

Jawaban : 4 haploid

4. Bagaimanakah Gen anakan hasil pembelahan Meiosis, apakah identik dengan induk? Mengapa demikian!

Jawaban : tidak karena mengalami pindah silang

5. Jelaskan perbedaan Anafase I dan Anafase II pada Meiosis!

Jawaban : Anafase I, memisahkan homolog

Anafase II, memisahkan antar kromatid di sentromer

Slide 14

Perbedaan Mitosis dan Meiosis

Masukkan keterangan yang sesuai kedalam kotak karakter Mitosis atau Meiosis.

Mitosis

Pembelahan 1x

Sel Anakan 2

Diploid

Tidak

Mengalami
pindah silang

Identik dengan
induk

Meiosis

Pembelahan 2x

Sel Anakan 4

Haploid

Mengalami
pindah silang

Tidak Identik
dengan induk

Slide 15

Integrasi Nilai Islam

Ayat manakah dibawah ini yang relevan dengan Mitosis atau Meiosis?

Al- Insan ayat 2

إِنَّا خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ نُطْفَةٍ أَمْشَاجٍ نَبْتَلِيهِ

فَعَبَّرْنَاهُ سَيْمًا بَهِيمًا ﴿٢﴾

"Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dari setetes mani yang bercampur[1535] yang Kami hendak mengujinya (dengan perintah dan larangan), karena itu Kami jadikan Dia mendengar dan melihat." (Q.S Al-Insan/76:2)



Ali Imran ayat 190

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَآخِثِينَ

الْبَلَدِ وَالْهَارِ لَا يَتَذَكَّرُ إِلَّا أُولُو الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾

"Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal." (Q.S Ali Imran/3:190)



Lampiran 20: Analisis Hasil Evaluasi Peserta Didik

Analisis Hasil Evaluasi Pembelajaran														
No	Indikator	Kelompok								Σ	% Ketuntasan Jumlah Siswa			
		1	2	3	4	5	6	7	8					
1	Membedakan kromosom paternal dan maternal	1	1	1	1	1	1	1	0	7	88%			
2	Mengemukakan homolog kromosom	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100%			
3	Mengemukakan kromosom nonhomolog	0	1	1	1	1	1	1	1	7	88%			
4	Mengidentifikasi bagian kromosom	1	1	0	1	1	1	1	1	7	88%			
5	Mengemukakan kromosom saudara dan nonsaudara	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100%			
6	Mengemukakan kromatid rekombinan dan parental	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100%			
7	Mengemukakan diploid haploid sel	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100%			
8	Mengurutkan fase interfase	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100%			
9	Mengidentifikasi dan mengurutkan tahapan mitosis	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100%			
10	Menyebutkan banyaknya replikasi DNA pada Mitosis	0	1	1	1	1	1	1	1	7	88%			
11	Menyebutkan banyaknya pembelahan pada mitosis	1	1	1	1	1	1	1	0	7	88%			
12	Mengidentifikasi anakan hasil mitosis	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100%			
13	Menganalisis materi genetik anakan pada mitosis	1	1	1	0	1	1	1	1	7	88%			
14	Mengidentifikasi salah satu tahap Mitosis	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100%			
15	Mengidentifikasi dan mengurutkan tahapan meiosis	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100%			
16	Mengidentifikasi apakah terjadi interfase pada meiosis	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100%			
17	Menyebutkan banyaknya replikasi DNA pada Meiosis	1	0	1	0	0	0	0	1	3	38%			
18	Menyebutkan banyaknya pembelahan pada Meiosis	1	1	1	0	1	1	1	1	7	88%			
19	Mengidentifikasi anakan hasil Meiosis	1	1	1	0	1	1	1	1	7	88%			
20	Membedakan tahapan pada Meiosis I dan Meiosis II	1	1	1	0	1	1	1	1	7	88%			
21	Membedakan Mitosis dengan Meiosis	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100%			
22	Mengintegrasikan Mitosis dan Meiosis dengan Nilai Al-Qur'an	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100%			
TOTAL NILAI		20	21	21	17	21	21	21	20	152	92%			

Lampiran 21: Catatan bimbingan media dengan dosen pembimbing.

Buku Koneksi dan Bimbingan Skripsi		
Tgl	Catatan Bimbingan	TTD
26/12	<ul style="list-style-type: none"> - Penyulung pengajaran materi apa? materi, faktual! - Materi tersebut benar, atau dipaparkan, sebagai apa? (B. Us) - Lanjutkan internalisasi dengan logo dan materi lainnya dan materi sebagai latar belakang. (B. Nurhayati) 	
27/12	<ul style="list-style-type: none"> - Tampilkan sisi siklus sel, perlu ditunjukkan. (B. Us) 	
Buku Koneksi dan Bimbingan Skripsi		
Tgl	Catatan Bimbingan	TTD
27/12	<ul style="list-style-type: none"> - Tampilkan wadah yang menarik. - Buat label nama tahap. (B. Nurhayati) 	
30/12	<ul style="list-style-type: none"> - Sajikan pengajaran soal yang menunjukkan yang benar dan yang salah. - Paparkan konsep tersebut dalam sebagai pengantar. - Strategi untuk menampilkan materi setelah itu. - konsep. 	

Lampiran 22: Dokumentasi Implementasi



Pengenalan Media



Simulasi Media



Evaluasi Pembelajaran Menggunakan PPT di Android

Lampiran 24. Buku Petunjuk Penggunaan Media Simulasi



Media Pembelajaran Simulasi Mitosis dan Meiosis

Merupakan media pembelajaran berbasis simulasi yang dirancang untuk membantu memahami materi pembelahan sel Mitosis dan Meiosis termasuk Struktur Kromosom, Siklus Sel, serta Distribusi Gen di dalamnya.

Media ini menggunakan metode permisalan (*amtsal method*) dalam hal ini yaitu kromosom sel dimisalkan dengan lego miniset. Menurut jenis-jenis media pembelajaran, media ini tergolong ke dalam jenis *mock-up*, yaitu media tiga dimensi (3D) tiruan dari objek nyata.

Terdapat dua jenis *mock-up* dalam media ini, yaitu *mock-up* utama dan *mock-up* pendamping.

Mock-up utama media ini adalah lego miniset yang dimisalkan sebagai kromosom. Sedangkan *Mock up* pendamping media ini adalah pipa paralon t sebagai sentrosom, serta kertas albatros sebagai morfologi sel eukariot.

Dinamakan *Mock up* utama dikarenakan media ini berfokus pada konsep pergerakan kromosom dan distribusi gen saat pembelahan sel berlangsung. Sedangkan, *Mock up* pendamping hanya sebagai media pendukung agar lebih memahami materi mitosis dan meiosis.

Media Pembelajaran Simulasi Mitosis dan Meiosis juga disertai Buku Petunjuk Penggunaan Media yang berisi konsep materi serta langkah penggunaan media.

Beberapa konsep dari media pendukung dalam media ini kurang sesuai dengan teori-teori yang ada. Oleh karena itu, dibutuhkan referensi tambahan dari glosarium ataupun sumber lain agar menguatkan konsep pembelajar.

Lanjutan...

Buku ini terdiri dari 4 sesi simulasi yaitu Simulasi Pengenalan Media, Siklus Sel, Mitosis, dan Meiosis. Pada akhir sesi terdapat beberapa penguasaan konsep yang harus dikerjakan oleh pembelajar.

Alur penyajian materi buku petunjuk ini yaitu dengan Memaparkan teori-teori yang ada di bagian awal sesi ataupun awal tahap (halaman konsep), dilanjutkan dengan langkah mensimulasikannya ataupun detail penggunaan media. (halaman langkah).

Teori-teori dipaparkan pada halaman berlatar warna ungu,

Halaman Konsep

langkah-langkah dipaparkan pada halaman berlatar warna putih.

Halaman Langkah

Kata Pengantar	ii
Tentang Media	iii
Daftar Isi	v
Daftar Tabel dan Gambar	vi
Indikator Pembelajaran	vii
Petunjuk Penggunaan	viii
Pengenalan Media	1
- Kromatin	5
- Kromosom Diskret	7
- Sentrosom	11
- Sel	13
Siklus Sel	18
- G ₁ Interfase	19
- S Interfase	21
- G ₂ Interfase	23
Mitosis	25
- G ₂ Interfase	29
- Profase	29
- Prometafase	31
- Metafase	33
- Anafase	35
- Telofase	37
- Sitokinesis	39
Meiosis	47
- Profase I	53
- Metafase I	56
- Anafase I	57
- Telofase Sitokinesis I	58
- Profase II	59
- Metafase II	60
- Anafase II	61
- Telofase Sitokinesis II	63
Glosarium	71
Daftar Pustaka	76

TABEL

Tabel 1. Karakter fenotipe pada tanaman ercis 5
Tabel 2. Perbandingan mitosis dan meiosis 67

GAMBAR

Gambar 1. Proses pembentukan sel 2
Gambar 2. DNA, Kromatin, dan Kromosom 2
Gambar 3. 23 Pasang kromosom 3
Gambar 4. *Mock up* Kromatin 5
Gambar 5. *Mock up* Kromatin Terduplikasi 5
Gambar 6. *Mock up* Kromosom Diskret 7
Gambar 7. *Mock up* Sentromer dan Kinetokor 7
Gambar 8. *Mock up* Kromosom Homolog 9
Gambar 9. *Mock up* Kromosom Rekombinan dan Parental 9
Gambar 10. *Mock up* Sentrosom ber Sentriol 11
Gambar 11. *Mock up* Mikrotubulus Spindel Mitosis 11
Gambar 12. *Mock up* Mikrotubulus Kinetokor 11
Gambar 13. Perbedaan Morfologi Sel 13
Gambar 14. *Mock up* Sel 13
Gambar 15. Siklus Sel 18
Gambar 16. G₁ Interfase 19
Gambar 17. S Interfase 21
Gambar 18. G₂ Interfase 23
Gambar 19. Siklus Sel 24
Gambar 20. Mitosis 26
Gambar 21. Tahapan Mitosis 27
Gambar 22. Profase 29
Gambar 23. Prometafase 31
Gambar 24. Metafase 33
Gambar 25. Anafase 35
Gambar 26. Telofase 37
Gambar 27. Sitokinesis 39
Gambar 28. Sitokinesis hewan dan tumbuhan 41
Gambar 29. Haploid Diploid Mitosis 43
Gambar 30. Meiosis 48
Gambar 31. Tahapan Meiosis 49
Gambar 32. Detail Profase I 51
Gambar 32. Profase I 53
Gambar 33. Metafase I 56
Gambar 34. Anafase I 57
Gambar 35. Telofase I 58
Gambar 36. Profase II 59
Gambar 35. Metafase II 60
Gambar 36. Anafase II 61
Gambar 37. Telofase II 63
Gambar 38. Haploid Diploid Meiosis 65

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR PENCAPAIAN
3.1 Menganalisis proses pembelahan sel sebagai dasar penurunan sifat dari induk kepada keturunannya.	3.1.1 Mensimulasikan Siklus Sel 3.1.2 Mensimulasikan Pembelahan Mitosis 3.1.3 Mensimulasikan Pembelahan Meiosis 3.1.4 Menyimpulkan proses pembelahan sel sebagai dasar penurunan sifat dari induk kepada keturunannya.
4.1 Menyajikan hasil pengamatan pembelahan sel pada sel hewan maupun tumbuhan.	4.1.1 Mampu menyusun laporan hasil simulasi Siklus Sel, Mitosis, Meiosis, serta kaitannya dengan penurunan sifat dari induk ke keturunannya dalam bentuk <i>match making</i> .

ALAT DAN BAHAN

1. Box *mock-up*
(4 sentrosom, 8 kromatin, 4 kromosom metafase
17 label tahap, dan 8 Penjepit kertas)
2. *Mock-Up* sel
(2 kertas *albatros*)
3. Buku petunjuk penggunaan media
4. Kamera / Handphone

LANGKAH PENGGUNAAN MEDIA

1. Siapkan Alat dan Bahan yang diperlukan
2. Lakukan simulasi menggunakan *Mock up* sesuai instruksi dan langkah yang telah dipaparkan dalam buku petunjuk.
3. Kerjakanlah perintah yang tersedia dalam penguasaan konsep di akhir sesi.

ANJURAN PENGGUNAAN MEDIA

1. Gunakan media dengan hati-hati.
2. Amatilah halaman konsep, pembelajar dapat berimprovisasi untuk mensimulasikan media.
3. Apabila pembelajar mengalami kebingungan, gunakanlah halaman langkah (latar putih), sebagai panduan.
4. Letakkan dan posisikan media seperti semula sesuai menggunakan media.

PENGENALAN MEDIA MOCK-UP

MATERI PENGANTAR MEDIA MOCK-UP

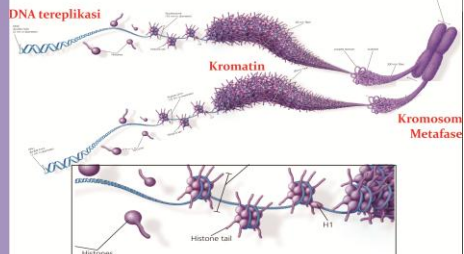
2

Setiap sel berasal dari sel sebelumnya. Lebih dari itu, sel juga mendistribusikan materi genetik (DNA) yang identik ke masing-masing sel anakan.

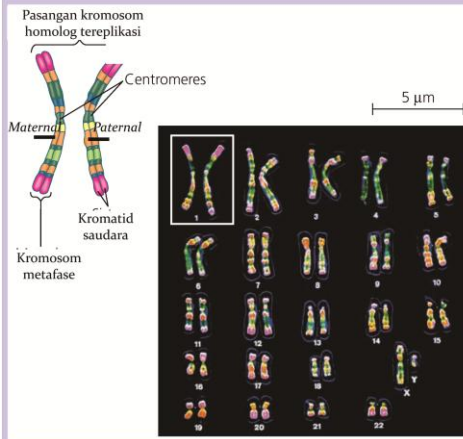


Gambar 1. Proses pembentukan sel anakan (Campbell dkk, 2010)

Di dalam inti sel DNA terkumpul menjadi Kromatin, Kromatin terkondensasi menjadi Kromosom Metafase.



Gambar 2. DNA, Kromatin dan Kromosom (Campbell dkk, 2010)

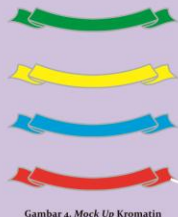


Gambar . 23 pasang kromosom manusia (Campbell dkk, 2010)

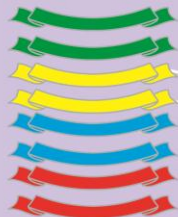
maternal Perangkat genetik yang berasal dari ibu.
paternal Perangkat genetik yang berasal dari ayah.

Sel somatik Manusia mengandung 46 kromosom yang terdiri atas dua set 23-kromosom. Satu set dari IBU (22+X) dan satu set dari AYAH (22+X/Y).

23 pasang gambar kromosom diurutkan berdasarkan panjangnya. Pasanga kromosom terpanjang dinomori dengan nomor terkecil yaitu 1, sedangkan kromosom yang pendek dinomori dengan nomor yang lebih besar. Pengecualian urutan terdapat pada pasangan kromosom ke-23 (kromosom gonosom) yang akan menentukan jenis kelamin manusia.



Gambar 4. Mock Up Kromatin



Gambar 5. Mock Up Kromatin Terduplikasi

(Simulasi ini tidak menggunakan Mock up DNA, dikarenakan keterbatasan dari media yang dibuat. Media DNA yang dilewati akan langsung diwakili oleh tahap berikutnya yaitu Kromatin)

kromatin Kompleks DNA dan protein yang menyusun kromosom eukariot. Saat sel tidak membelah kromatin dalam bentuk terurai.

(Benang **Kromatin** yang merupakan DNA yang terkumpul diwakili oleh 1 pita yang memanjang)

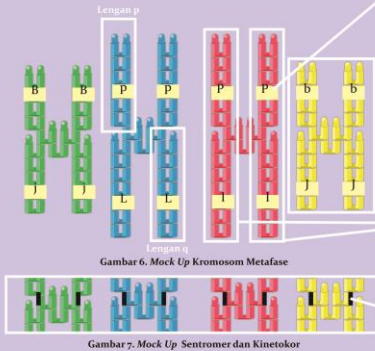
kromatin terduplikasi DNA yang bereplikasi dan terkumpul menjadi kromatin yang identik.

(Kromatin terduplikasi diwakili oleh 2 pita yang memanjang)

PENGENALAN MOCK UP KROMOSOM

Tabel 1. Karakter Fenotipe pada Tanaman Ercis (Campbell dkk, 2010)

Pod color	Green × Yellow	428:152	2.82:1
	Polong Hijau × Polong Kuning		
Pod shape	Inflated × Constricted	882:299	2.95:1
	Gembung × Kempes		
Seed color	Yellow × Green	6,022:2,001	3.01:1
	Biji Kuning × Biji Hijau		
Seed shape	Round × Wrinkled	5,474:1,850	2.96:1
	Biji Bulat × Biji Keriput		



KETERANGAN MOCK UP KROMOSOM

alel Salah satu dari dua versi alternatif sebuah gen yang menghasilkan fenotip tersendiri.

genotipe Susunan genetik, atau perangkat alel, suatu organisme.

fenotipe Sifat fisik dan fisiologis dari suatu organisme yang ditentukan oleh susunan genetiknya.

lokus Lokasi spesifik di sepanjang kromosom tempat gen tertentu berada.

(Alel dibariskan oleh 1 sticker huruf: P, p, L, l, B, b, J, dan j. Jadi dalam simulasi ini ada 8 alel.)

Genotip diwakili oleh pasangan sticker huruf: Pp, Ll, Bb, Jj. Jadi dalam simulasi ini ada 4 genotip.

Lokus merupakan tempat pasangan alel, diwakili oleh tempat sticker menempel pada Lego ke-n atau lengan p/ lengan q.

Jadi lego ke-berapa sajakah yang terdapat alel? Jika dihitung dari atas!

kromosom metafase Terdiri atas kromatid-kromatid saudara yang berikatan pada sentromer, berbentuk seperti memiliki empat lengan dengan bagian yang menyempit ditengah.

(**Kromosom metafase** : berbentuk seperti memiliki 4 lengan. tersusun atas 2 Kromatid Saudara).

kromatid saudara Dua salinan kromosom hasil duplikasi yang saling dilekatkan oleh protein dibagian sentromer dan terkadang disepanjang lengan. Saat bergabung, dua kromatid saudara menyusun satu kromosom. Kedua kromatid akhirnya memisah selama mitosis atau meiosis II.

lengan p Lengan pendek pada kromosom

lengan q Lengan panjang pada kromosom

(**Kromatid saudara** : lego yang memanjang disebelah kiri dan kanan)

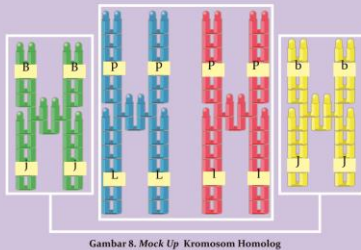
sentromer Bagian terspesialisasi pada kromosom, tempat kedua kromatid saudara melekat paling erat.

kinetokor Struktur dari protein yang melekat ke sentromer dan menautkan masing-masing kromatid saudara ke benang spindle mitosis.

(**Sentromer** : 3 lego di tengah, menghubungkan 2 kromatid sister. **Kinetokor** : perekat hitam)

PENGENALAN MOCK UP KROMOSOM HOMOLOG & REKOMBINAN

KETERANGAN MOCK UP KROMOSOM HOMOLOG & REKOMBINAN



kromosom homolog Sepasang kromosom dengan panjang, posisi sentromer, dan pola pewarnaan yang sama, memiliki gen-gen untuk karakter yang sama pada lokus yang bersesuaian. Satu kromosom homolog diwarisi dari induk jantan organisme, sedangkan yang satu lagi dari induk betina.

(**Kromosom Homolog** : 1. Biru dengan Merah
2. Kuning dengan Hijau)

pindah silang Pertukaran timbal balik materi genetik antara kromatid-kromatid nonsaudara selama profase I meiosis.

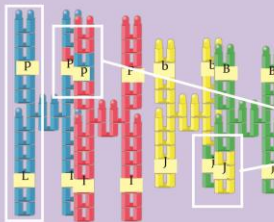
kromosom parental Kromosom yang tidak mengadakan pindah silang

kromosom rekombinan Kromosom yang terbentuk ketika pindah silang mengombinasikan DNA dari dua induk menjadi satu kromosom tunggal.

(**Kromosom Rekombinan** : Kromosom hasil pindah silang dengan warna tercampur.)

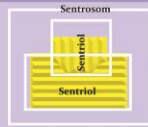
Pindah Silang :

1. Alel Biru **berkombinasi/pindah silang** dengan Merah
2. Alel Hijau **berkombinasi/pindah silang** dengan Kuning)





Gambar 10. Mock Up Sentrosom bersentriol 2 (Campbell, 2010)



Gambar 11. Mock Up Mikrotubulus dan Spindel Mitosis



Gambar 12. Mock Up Mikrotubulus Kinetor

sentriol Struktur dalam sentrosom sel hewan yang terdiri atas silinder-silinder triplet mikrotubulus.

sentrosom Struktur yang terdapat dalam sel hewan, penting dalam pembelahan sel berfungsi sebagai pusat pengorganisasi mikrotubulus. Satu kromosom memiliki dua sentriol.

(**Sentrosom**: Pipa paralon berbentuk T. yang menunjukan garis horisontal dan vertikal mewakili **Sentriol**)

mikrotubulus Batang berongga yang tersusun atas protein-protein tubulin dalam sitoplasma.

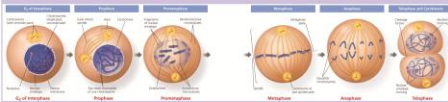
spindel mitosis Sekumpulan mikrotubulus dan protein-protein terkait yang terlibat dalam pergerakan kromosom selama mitosis.

(**Mikrotubulus** : Benang kuning
Spindel Mitosis : Sekumpulan Benang kuning saat mitosis)

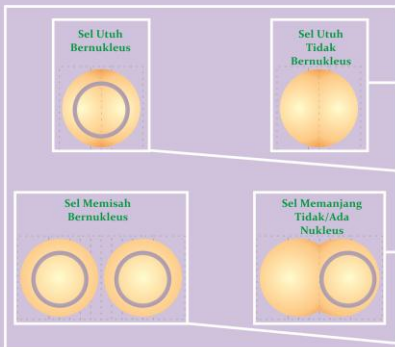
mikrotubulus kinetokor (Pelekatan mikrotubulus ke kinetokor)
mikrotubulus non kinetokor (Pelekatan antar mikrotubulus)

mikrotubulus kinetokor Berfungsi menggerakkan kromosom saat pembelahan.

mikrotubulus nonkinetokor Mendorong sentrosom atau kutub genlondong saling menjauh sehingga sel terlihat memanjang.



Gambar 13. Perbedaan Morfologi Sel saat Pembelahan (Campbell, 2010)



Gambar 14. Mock-up Sel

Media ini merupakan **Mock-up** dari **Morfologi Sel Eukariot**

morfologi Bentuk eksternal suatu organisme.

sel eukariot Tipe sel dengan nukleus dan organel-organel yang terselubung oleh membran.

nukleus inti, organel sel yang memiliki kromosom.

(*1* Sel eukariot diibaratkan oleh 1 lingkaran berwarna cokelat dengan
1 Nukleus diibaratkan oleh 1 lingkaran berwarna ungu di tengah)

Sel Utuh Bernukleus terdapat pada fase:

- Interfase
- Profase

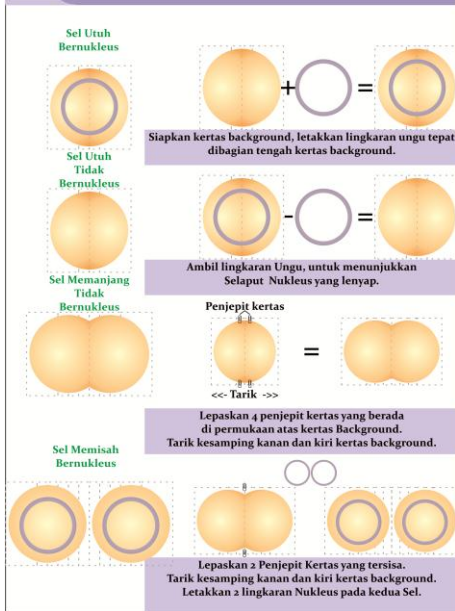
Sel Utuh Tidak Bernukleus terdapat pada fase :

- Prometafase
- Metafase

Sel Memanjang terdapat pada fase :

- Anafase (*tidak bernukleus*)
- Telofase (*ada nukleus*)

Sel Memisah terdapat pada fase Sitokinesis tepat setelah Telofase berakhir.



RESITASI

**SUDAHKAH ANDA MENCATAT
HAL-HAL PENTING DARI APA YANG
TELAH ANDA PELAJARI SEBELUMNYA ?**

- Alel
- Genotipe
- Kinektor
- Kromatid saudara
- Kromatin
- Kromosom
- Kromosom diskret
- Kromosom homolog
- Kromosom rekombinan
- Lokus
- Pindah silang
- Sel eukariot
- Sentriol
- Sentromer
- Sentrosom
- Spindel mitosis

"IKATLAH ILMU DENGAN MENULISNYA"

(Sililah Ash-Shahihah no.2026)

SIKLUS SEL

G₁ INTERFASE
S INTERFASE
G₂ INTERFASE
(MITOTIK/ PEMBELAHAN)

MATERI PENGANTAR SIKLUS SEL

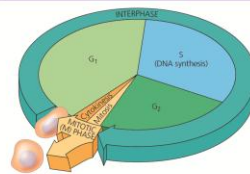
18

Setiap sel berasal dari sel sebelumnya yang merupakan hasil dari pembelahan sel.
Keberlanjutan kehidupan organisme didasarkan pada reproduksi sel, atau pembelahan sel.
Pembelahan sel juga memungkinkan organisme yang bereproduksi secara seksual untuk berkembang dari sel tunggal (sel telur yang difertilisasi) menjadi zigot. Kemudian, setelah organisme tumbuh sepenuhnya, pembelahan sel berfungsi memperbarui dan memperbaiki sel yang rusak dan mati.

siklus sel

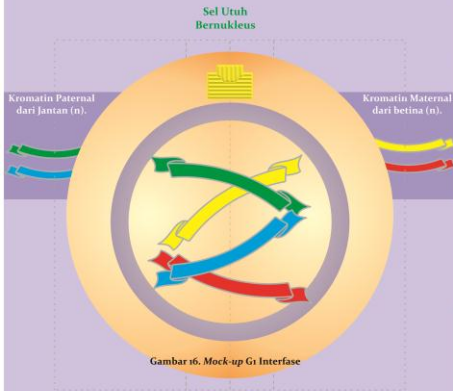
Sekuens yang berurutan dari peristiwa-peristiwa yang terjadi di dalam kehidupan sel, mulai dari awal mulanya saat pembelahan sel induk (meiosis/gametogenesis) sampai pembelahannya sendiri menjadi dua (mitosis).

Terdiri atas fase interfase (G₁, S, dan G₂) dan fase M (Mitosis dan Sitokinesis)



Gambar 15. Siklus Sel (Campbell, 2010)

19

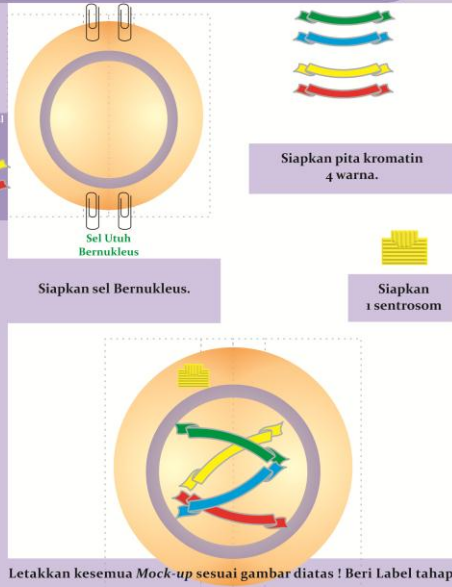
G₁ INTERFASE**G₁ INTERFASE**

fase G₁ Jeda pertama, Fase pertumbuhan, siklus sel, sebelum sintesis DNA terjadi.

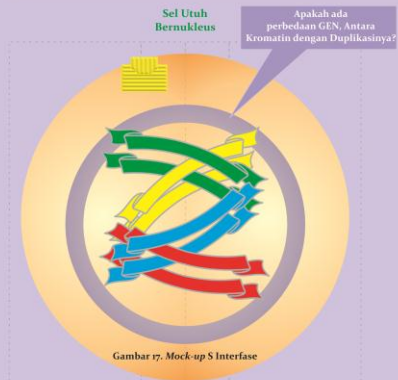
Sel memiliki nukleus, kromatin yang belum terduplikasi, dan memiliki 1 sentrosom

LANGKAH SIMULASI G₁ INTERFASE

20



21

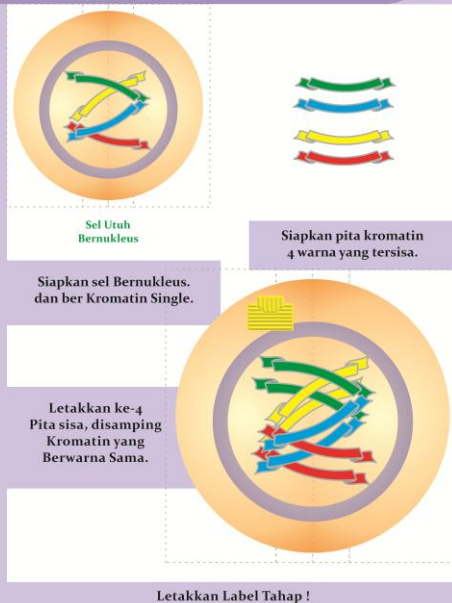
S INTERFASE**S INTERFASE**

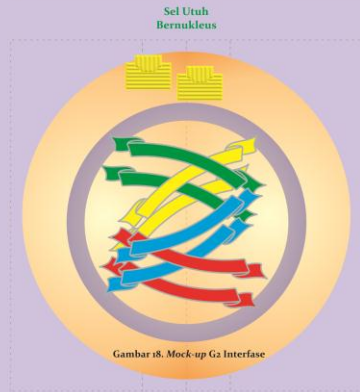
fase S Fase sintesis dalam siklus sel, bagian Interfase saat DNA direplikasi.

Sel memiliki membran nukleus, Kromatin terduplikasi dengan materi genetik identik, Memiliki 1 sentrosom.

LANGKAH SIMULASI S INTERFASE

22





G₂ INTERFASE

fase G₂ Jeda kedua, Fase pertumbuhan, siklus sel, setelah sintesis DNA terjadi.

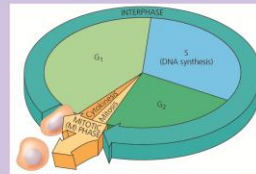
Sel memiliki membran nukleus,
Kromatin terduplikasi,
Sentrosom tereplikasi menjadi 2.

Sel manusia tertentu mungkin mengalami satu pembelahan dalam 24 jam.

Mitotik merupakan fase tersingkat dari siklus sel yaitu kurang lebih 1 jam.

Berikut waktu yang dibutuhkan oleh 1 siklus sel dari pertumbuhan sampai pembelahan menjadi 2 sel :

G₁ (5-6 jam),
S (10-12 jam),
G₂ (4-6 jam),
M (1 jam).



Gambar 19. Siklus sel (Campbell : 2010)

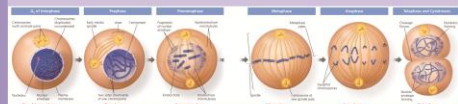
Fase Mitotik akan dipelajari pada simulasi berikutnya yaitu sesi Simulasi Mitosis.

MITOSIS

G₂ INTERFASE
PROFASE
PROMETAFASE
METAFASE
ANAFASE
TELOFASE + (SITOKINESIS)

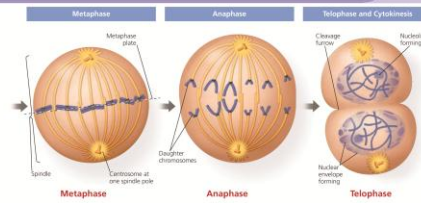
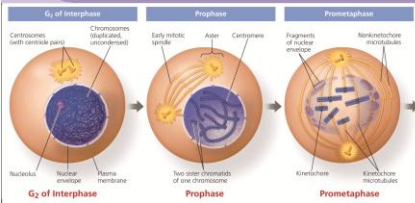
mitosis Proses pembelahan inti dalam sel eukariotik yang secara konvensional terbagi menjadi lima tahap.

Mitosis mempertahankan jumlah kromosom dengan cara menempatkan kromosom hasil replikasi secara seimbang ke masing-masing nukleus anakan.



Gambar 20. Mitosis (Campbell : 2010)

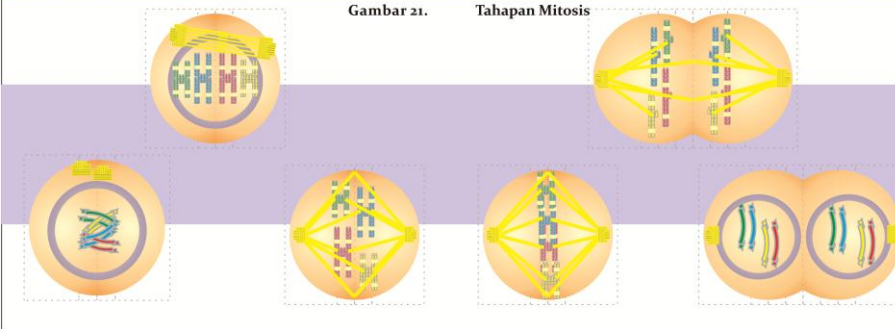
kariokinesis Pembelahan pada inti atau kromosom
sitokinesis Pembelahan pada sitoplasma



G₂ INTERFASE → PROFASE → PROMETAFASE → METAFASE → ANAFASE → TELOFASE

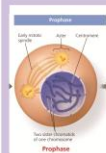
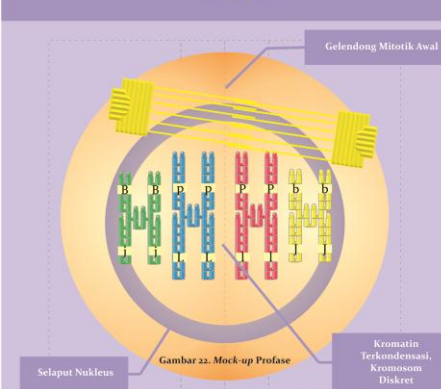
Gambar 21.

Tahapan Mitosis



G₂ INTERFASE (Lihat di Siklus Sel)

PROFASE

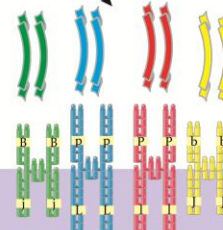
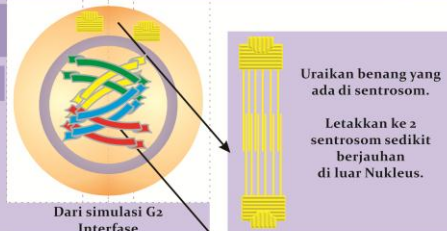


PROFASE

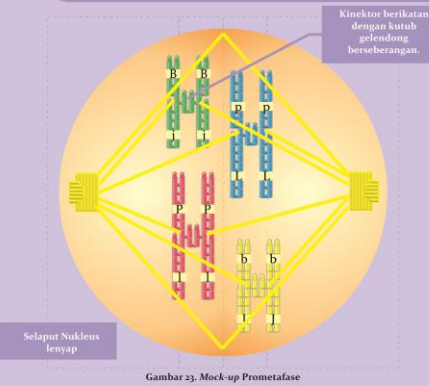
profase Tahap pertama mitosis, saat kromatin terkondensasi, spindle mitosis mulai terbentuk, dan nukleolus hilang, namun nukleus tetap utuh.

Serat kromatin terkondensasi menjadi Kromosom Diskret, Gelendong mitotik terbentuk, Sentrosom-Sentrosom bergerak saling menjauhi.

LANGKAH SIMULASI PROFASE

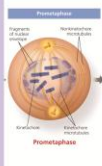


Amati Media yang telah dibuat!
Apa sajakah yang terjadi pada saat Profase?

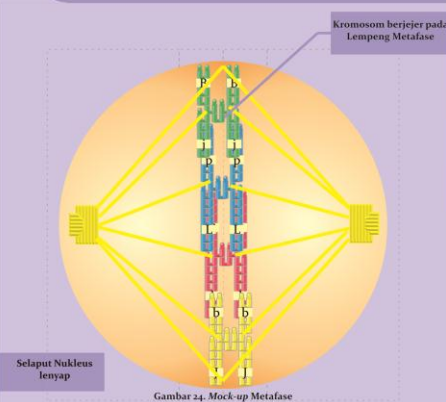


PROMETAFASE

prometafase Tahap kedua mitosis, ketika kromosom-kromosom diskret yang terdiri atas kromatid-kromatid saudara yang muncul, dan mikrotubulus melekat ke kinetokor kromosom.



Selaput Nukleus terfragmentasi (hilang) Sebagian Mikrotubulus melekat pada kinetokor (Mikrotubulus kinetokor). Kinetokor dari Masing-masing kromatid saudara berikat dengan kutub gelendong yang berseberangan.

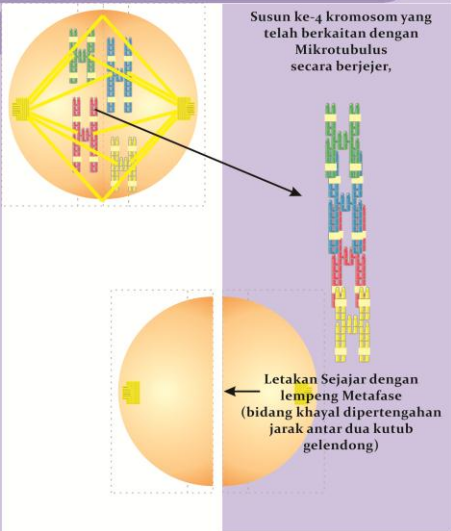
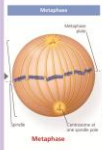


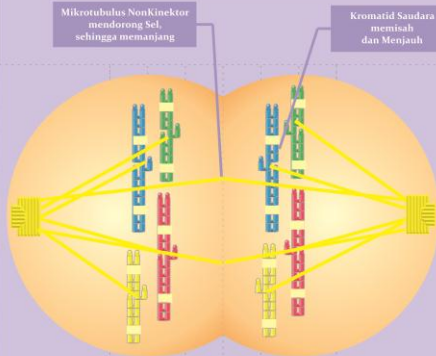
METAFASE

metafase Tahap ketiga mitosis saat spindle sudah lengkap dan kromosom-kromosom melekat ke mikrotubulus pada kinetokor serta berjejer di lempeng metafase.

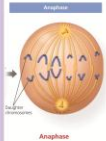
Merupakan tahap mitosis paling lama sekitar 20 menit

Sentrosom berada di kutub berseberangan Kromosom berjejer pada Lempeng Metafase Setiap Kinetokor Kromatid saudara melekat ke Mikrotubulus kutub berseberangan.

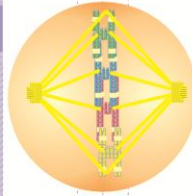




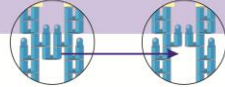
Gambar 25. Mock-up Anafase



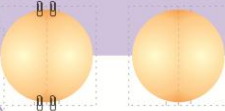
ANAFASE
Merupakan tahap Mitosis paling pendek, beberapa menit.
Protein kohesin membelah, memisahkan Kromatid Saudara secara tiba-tiba.
Kedua kromosom bergerak menuju masing-masing Kutub.
Sel memanjang saat Mikrotubulus nonkinetokor mendorong ke kutub yang berbeda.



Lepaskan Ikatan kohesin dengan melepas
Lego Sentromer paling bawah pada ke-4 Kromosom.
Lihat Gambar!



Lepaskan 4 Penjepit Kertas pada permukaan atas kertas.
Lihat Gambar!



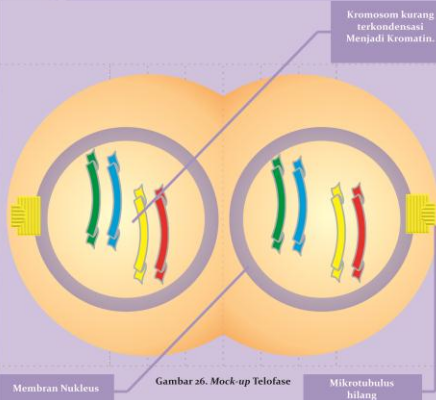
Tahan Bagian ini secara bersamaan.
Tarik Ke Kanan.

Tahan,
Tarik Ke Kiri.

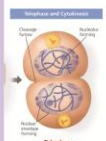
Tahan ke-2 Sentromer dengan kertas background. Lihat Gambar!

Tarik secara bersamaan Sentrosom dan Kertas background Ke arah Kiri dan Kanan, sampai Memanjang. Lihat Gambar!
Rapiakan Kertas Background agar tidak Terlipat.

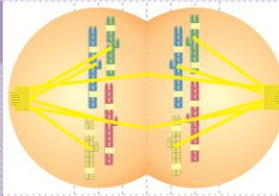
Amati Media yang telah dibuat!
Apa sajakah yang terjadi pada saat Anafase?



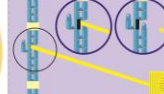
Gambar 26. Mock-up Telofase



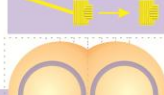
TELOFASE
Tidak ada Gelendong Mitotik.
Dua Nukleus Anakan terbentuk dalam Sel, masing-masing memiliki Kromosom yang Identik.
Kromosom menjadi kurang terkondensasi (Kromatin).



Copot 8 Mikrotubulus dari 8 Kinetokor.



Gulung Mikrotubulus masukkan dalam Sentrosom.

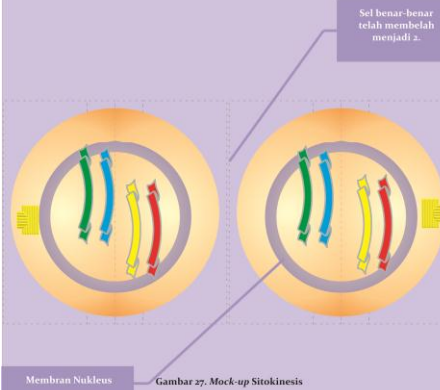


Ambil 2 Lingkaran Nukleus
Tempatkan di tengah Sel dan berjejer. Lihat Gambar!
Letakkan Kromatid di tengah Nukleus.



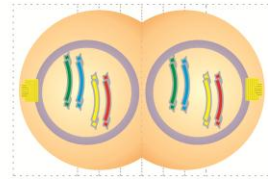
Di Dalam Nukleus. Ganti lego kromatid menjadi pita kromatin!

Amati Media yang telah dibuat!
Apa sajakah yang terjadi pada saat Telofase?

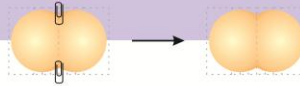


SITOKINESIS

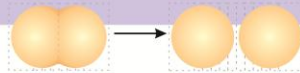
Pembelahan Sitoplasma biasanya sudah berlangsung cukup jauh pada akhir Telofase. Sehingga Sel Anakan muncul tak lama setelah Mitosis Berakhir.



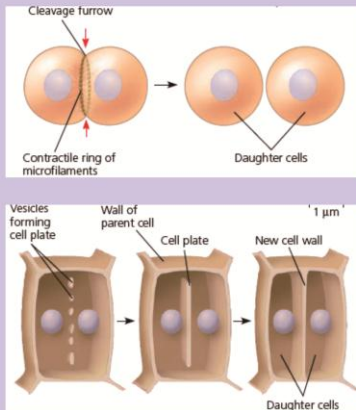
Lepaskan 2 penjepit kertas yang tersisa.
Lihat Gambar!



Tarik *Background* Ke Kiri dan Kanan.
Sehingga muncul 2 Lingkaran Sel.
Lihat Gambar!



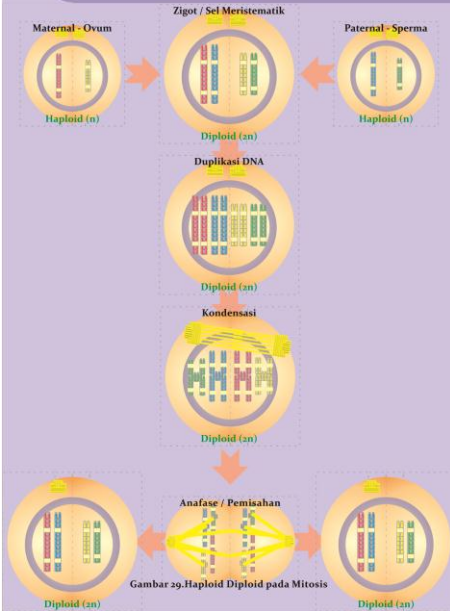
Amati Media yang telah dibuat!
Apa sajakah yang terjadi pada saat Sitokinesis?



Gambar 28. Sitokinesis hewan dan tumbuhan (Campbell, 2010)

Sitokinesis sel hewan (yang disimulasikan) terjadi melalui penyibakan yang membagi sel induk menjadi dua dengan cincin kontraktif filamen aktin.

Sitokinesis tumbuhan (tidak disimulasikan) terjadi karena lempengan sel terbentuk di tengah sel dan tumbuh sampai membrannya berfungsi dengan membran plasma sel induk.



Haploid

Selama hanya ada 1 set kromosom dinamakan **Haploid**, dan dilambangkan dengan (n)

Misal.

1 set kromosom Maternal,
atau
1 set kromosom Paternal.

Terdapat pada Sel Gamet.

Diploid

Selama ada 2 set kromosom yaitu gabungan (Maternal dan Paternal) dinamakan **Diploid**, dilambangkan dengan (2n)

Misal.

1 set kromosom Maternal
dan

1 set kromosom Paternal
Terdapat pada Zigot, Sel Somatik, dan Sel Gonad.

PENGUASAAN KONSEP

MARI BUKA DAN LIHAT KEMBALI
HALAMAN KONSEP (BACKGROUND UNGU)
DARI AWAL SIKLUS SEL
SAMPAI AKHIR MITOSIS !

Buka lembar kerja 1,
Kerjakan penguasaan konsep pada lembar kerja
tersebut !

MEIOSIS

INTERFASE

MEIOSIS I

PROFASE I

METAFASE I

ANAFASE I

TELOFASE DAN SITOKINESIS I

MEIOSIS II

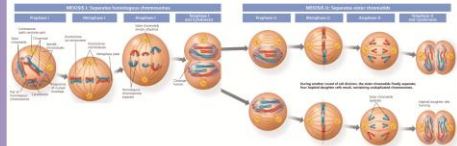
PROFASE II

METAFASE II

ANAFASE II

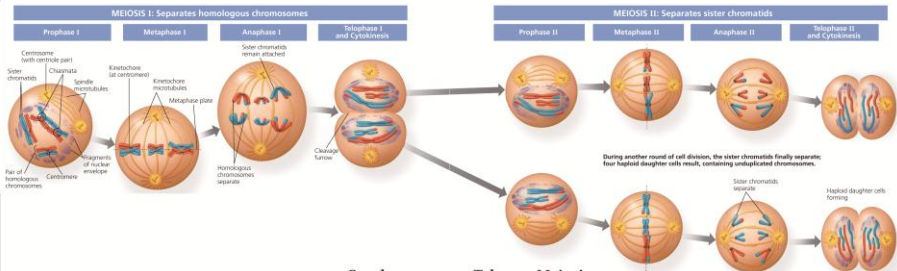
TELOFASE DAN SITOKINESIS II

meiosis Sejenis pembelahan sel termodifikasi pada organisme yang bereproduksi secara seksual, terdiri atas dua kali pembelahan sel namun hanya satu kali replikasi DNA. Menghasilkan kromosom separuh dari induknya.



Gambar 30. Meiosis (Campbell ; 2010)

Interfase pada meiosis terjadi hanya sekali yaitu pada awal meiosis I, sehingga replikasi DNA hanya terjadi satu kali walaupun meiosis mengalami dua kali pembelahan.

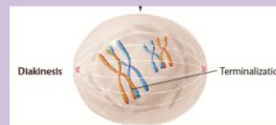


Gambar 31. Tahapan Meiosis

Profase I pada meiosis dibagi menjadi lima tahap yaitu Leptonema, Zigonema, Pakinema, Diplonema dan Diakinesis.



leptonema Kromosom mulai terkondensi.
zigonema Pasangan-pasangan kromosom homolog bertemu dan digabungkan oleh struktur protein seperti pita yang disebut kompleks sinaptonema (bivalen).

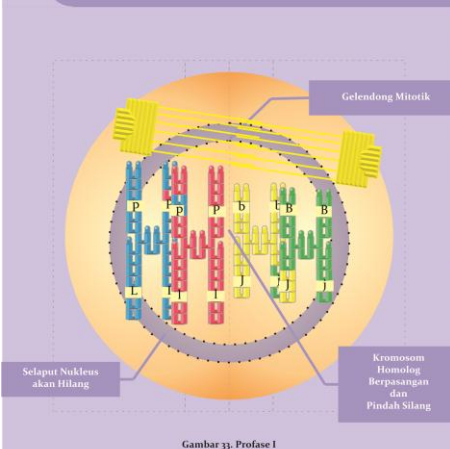


Gambar 32. Lima Tahapan Profase I

pakinema Sinapsis terbentuk, salah satu kromosom nonsaudara (tetrad) mengadakan pindah silang. Bagian yang mengadakan pindah silang dinamakan kiasmata.

diplonema Kompleks sinaptonema mulai hilang, kiasmata masih terlihat.

diakinesis Kromosom terkondensasi maksimal, membran nukleus menghilang dan spindle mitosis terbentuk



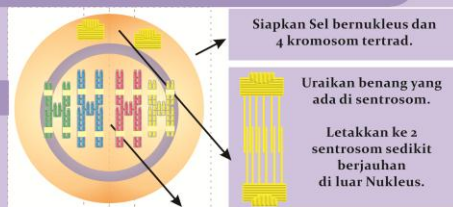
Gambar 33. Profase I



PROFASE I

Kromosom terkondensasi, dan masing-masing kromosom homolog berpasangan. Pindah silang (Crossing Over) secara acak terjadi. Setiap pasangan homolog memiliki 1 atau lebih Kiasmata (Tempat terjadinya Pindah Silang). Selaput Nukleus terfragmentasi (hilang).

LANGKAH SIMULASI PROFASE I



Siapkan Sel bernukleus dan 4 kromosom tetrad.

Uraikan benang yang ada di sentrosom.

Letakkan ke 2 sentrosom sedikit berjauhan di luar Nukleus.

Susun kromosom homolog secara tumpang tindih pada satu kromatinya.

Pindah silangkan Genetik Lego secara acak.

Misal seperti pada gambar dibawah ini !



Setelah terjadi Pindah Silang. Ambil Lingkaran Nukleus.

Amati Media yang telah dibuat!
 Apa sajakah yang terjadi pada saat Profase I ?

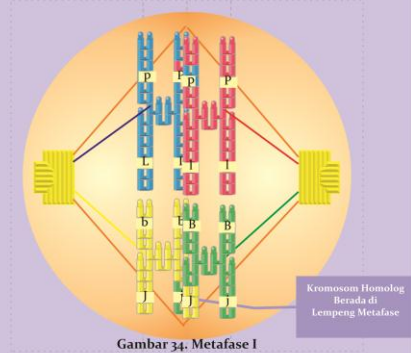
PADA SESI SETELAH INI
LANGKAH SIMULASI AKAN DILEWATI
(TIDAK TERCANTUM).

PENJELASAN MENGENAI LANGKAH SIMULASI,
SEBAGIAN BESAR AKAN SAMA PERSIS
DENGAN LANGKAH-LANGKAH
YANG TELAH DILAKUKAN PADA
SIMULAI MITOSIS

DETAIL PERBEDAAN LANGKAH SIMULASI
AKAN DIJELASKAN DI BAGIAN INFORMASI
KOTAK BERWARNA PINK

OLEH KARENA ITU,
MOHON CERMATI TERLEBIH DAHULU
INFORMASI DALAM KOTAK PINK TERSEBUT.

Tiap pasang Homolog perikatan dengan 1 Mikrotubulus dari Kutub berbeda.



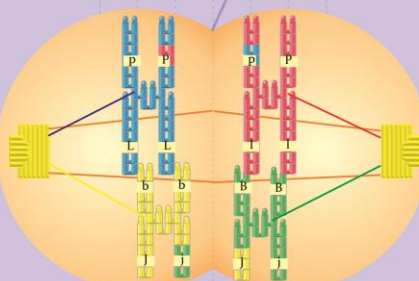
Gambar 34. Metafase I



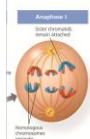
METAFASE I

Pasangan Kromosom Homolog berada pada Lempeng Metafase.
Ke-2 Kromatid dari 1 Homolog, melekat ke 1 Mikrotubulus Kinetor dari salah satu Kutub Gelendong.

Kromosom Homolog Memisah



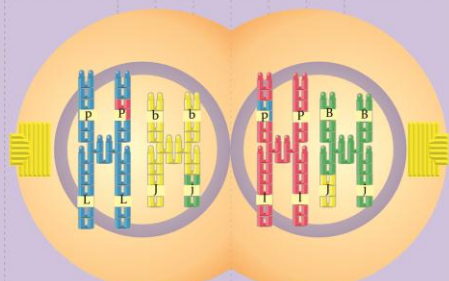
Gambar 35. Anafase I



ANAFASE I

Penguraian Kohesi, mengakibatkan Homolog memisah.
Homolog bergerak ke kutub yang berbeda.

Jika pada Mitosis,
Tahap Telofase, kromosom mulai memudar.
Pada Meiosis I
Tahap Telofase I, kromosom tidak memudar guna Meiosis tahap berikutnya (Meiosis II).



Gambar 36. Telofase I



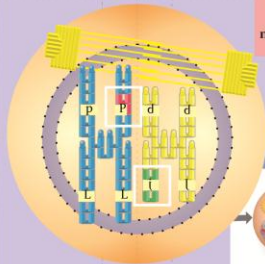
TELOFASE I

Tiap Anakan sel memiliki set haploid lengkap atau disebut haploid bersister kromatid.
Sebagian sister kromatid telah termodifikasi akibat Pindah Silang.
Kromosom tidak terurai, guna Meiosis tahap II

SITOKINESIS I

Sitoplasma membelah, 2 Sel Anakan muncul setelah Meiosis I.

Simulasi Dua Anakan dari Meiosis I menggunakan 2 Kertas Albatros yang nantinya akan menjadi 4 sel.

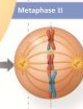
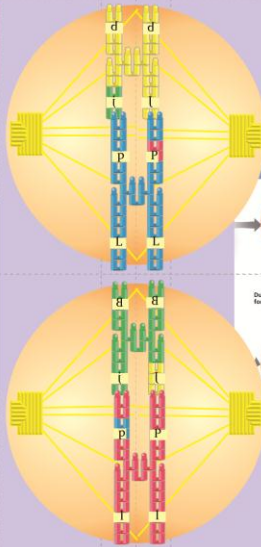


PROFASE II

Gelendong terbentuk, Kromosom rekombinan haploid, membran nukleus hilang.

Gambar 37. Mock-up Profase II

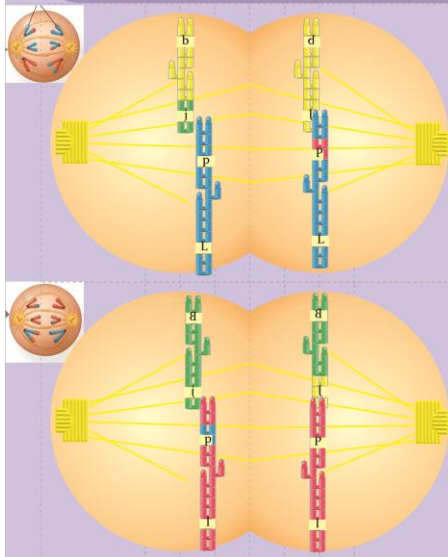
Tips untuk mendapatkan hasil yang bervariasi. Salah satu kromosom dari sel anakan harus di balik.



METAFASE II

Kromosom berada pada Lempeng Metafase.

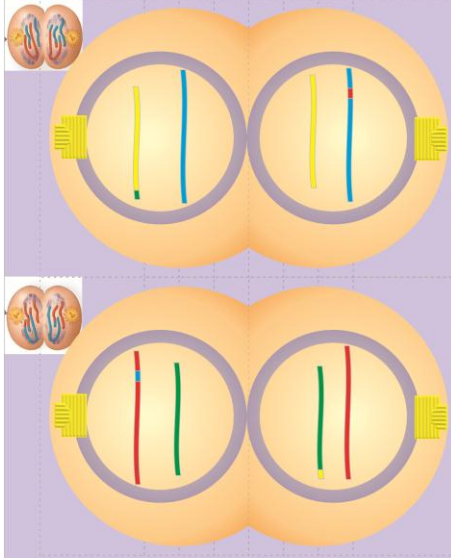
Gambar 38. Mock-up Metafase II



ANAFASE II

Kromatid bisa terpisah karena penguraian protein-protein yang menggabungkan kromatid-kromatid saudara di sentromer.

Gambar 39. Anafase II



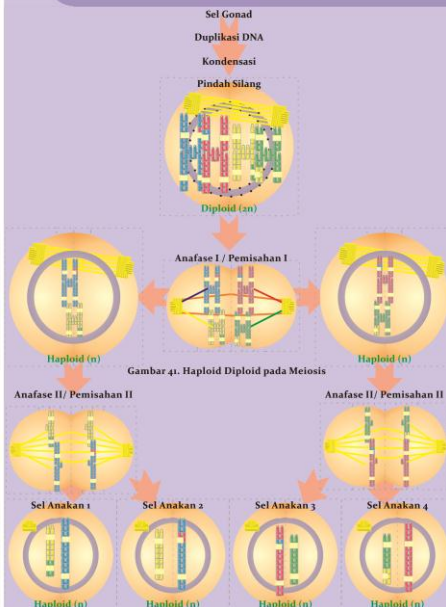
Gambar 40. Telofase II

TELOFASE II

Nukleus terbentuk,
Kromosom terurai menjadi kromatin,
Menghasilkan 4 sel anakan haploid tak tereplikasi.
Masing-masing dari ke-4 sel anakan berbeda secara genetik
dengan sel anakan lain dan juga sel induk.

SITOKINESIS II

Pembelahan sitoplasma langsung setelah Telofase berakhir.



Gambar 41. Haploid Diploid pada Meiosis

Haploid

Selama hanya ada 1 set kromosom
dinamakan **Haploid**, dan
dilambangkan dengan (n)

Misal.
1 set kromosom Maternal,
atau
1 set kromosom Paternal.

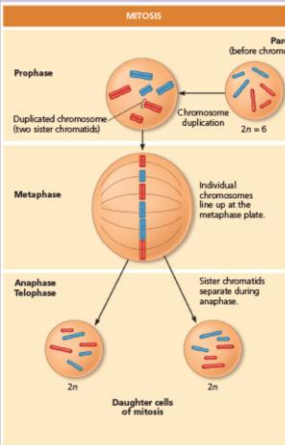
Terdapat pada Sel Gamet.

Diploid

Selama ada 2 set kromosom
yaitu gabungan (Maternal dan Paternal)
dinamakan **Diploid**,
dilambangkan dengan (2n)

Misal.
1 set kromosom Maternal
dan
1 set kromosom Paternal
Terdapat pada Zigot, Sel Somatik, dan
Sel Gonad.

Tabel 2. Perbandingan mitosis dan meiosis (Campbell, 2010)



Satu kali, sebelum mitosis dimulai.

1 kali

Tidak terjadi

2 diploid identik dengan induk

Tumbuh kembang, perbaikan sel, serta reproduksi asexual.

PROPERTI

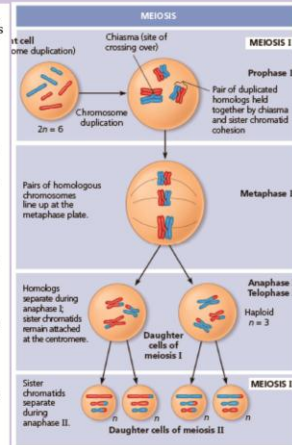
Replikasi DNA

Jumlah pembelahan

Sinapsis Kromosom Homolog

Jumlah Sel Anakan dan Komposisi Genetik

Peran dalam tubuh hewan



Satu kali, sebelum meiosis I dimulai.

2 kali

Saat profase I, terjadi pindah silang.

4 haploid tidak identik dengan induk

Menghasilkan Gamet, mengurangi jumlah kromosom dan variabilitas genetik.

PENGUASAAN KONSEP

MARI BUKA DAN LIHAT KEMBALI
HALAMAN KONSEP (BACKGROUND UNGU)
DARI AWAL MEIOSIS I
SAMPAI AKHIR MEIOSIS II !

Buka lembar kerja 2,
Kerjakan penguasaan konsep pada lembar kerja
tersebut !

GLOSARIUM

GLOSARIUM

72

alel Salah satu dari dari versi alternatif sebuah gen yang menghasilkan fenotip tersendiri.

alel resesif Alel dengan efek fenotip tidak teramati pada heterozigot.

anafase Tahap keempat dalam proses mitosis, saat kromatid-kromatid dari setiap kromosom telah memisah dan kromosom-kromosom anak telah berpindah ke kutub-kutub sel.

aster Susunan radial mikrotubulus pendek yang membentang dari setiap sentrosom ke arah membran plasma dalam sel yang sedang mengalami mitosis.

biologi Bidang sains yang mempelajari kehidupan.

DNA Molekul asam nukleat beruntai ganda dan berbentuk heliks yang tersusun atas monomer-monomer nukleotida dengan gula deoksiribosa. Mampu bereplikasi dan menentukan struktur terwariskan dari protein-protein suatu sel.

duplikasi Penyimpangan struktur kromosom akibat penggabungan dengan fragmen dari kromosom homolog, sehingga bagian kromosom terduplikasi.

fase G₀ Kondisi tidak membelah yang dialami sel.

fase G₁ Jeda pertama, Fase pertumbuhan, siklus sel, sebelum sintesis DNA terjadi.

fase G₂ Jeda kedua, Fase pertumbuhan, siklus sel, setelah sintesis DNA terjadi.

fase mitotik (M) Fase siklus sel yang mencakup Mitosis dan Sitokinesis.

fase S Fase sintesis dalam siklus sel, bagian Interfase saat DNA direplikasi.

fenotipe Sifat fisik dan fisiologis dari suatu organisme yang ditentukan oleh susunan genetiknya.

fertilisasi Penyatuan gamet-gamet haploid menjadi zigot diploid.

gamet Sel reproduktif haploid misal sel telur dan sperma.

gen Satuan diskret informasi hereditas genetik yang terdiri atas sekuens nukleotida spesifik dalam DNA.

generasi F₁ Keturunan Filial pertama, atau hibrid dalam persilangan genetik.

generasi F₂ Keturunan yang dihasilkan dari persilangan generasi F₁ hibrid.

generasi P (Parental) Individu-individu induk yang menghasilkan keturunan.

73

GLOSARIUM

genotipe Susunan genetik, atau perangkat alel, suatu organisme.

heterozigot Memiliki dua alel yang berbeda bagi gen tertentu.

homozigot Memiliki dua alel identik untuk gen tertentu.

hukum berpasangan bebas (asortasi bebas) Hukum Mendel kedua, menyatakan bahwa setiap pasangan alel bersegregasi atau berpasangan secara mandiri dari setiap pasangan lain saat pembentukan gamet. Berlaku jika gen untuk dua karakter terletak pada pasangan kromosom homolog yang berbeda.

hukum segregasi Hukum Mendel pertama, Menyatakan bahwa dua alel yang berpasangan akan bersegregasi (memisah) ke dalam gamet-gamet yang berbeda selama pembentukan gamet.

interfase Periode dalam siklus sel ketika sel sedang tidak membelah. Selama interfase aktifitas metabolisme sel tinggi, kromosom dan organel diduplikasi, dan ukuran sel mungkin meningkat. Interfase mengisi 90% siklus sel.

kinetor Struktur dari protein yang melekat ke sentromer dan menaunkan masing-masing

kromatid saudara ke benang spindel mitosis.

koheisi Pengikatan molekul yang sejenis, seringkali melalui ikatan hidrogen.

kromatid saudara Dua salinan kromosom hasil duplikasi yang saling dilekatkan oleh protein disepanjang lengan. Saat bergabung, dua kromatid saudara menyusun satu kromosom. Kedua kromatid akhirnya memisah selama mitosis atau meiosis II.

kromatin Kompleks DNA dan protein yang menyusun kromosom eukariot. Saat sel tidak membelah kromatin dalam bentuk terurai.

kromosom Struktur pembawa materi genetik, ditemukan dalam nukleus sel eukariotik. Setiap kromosom terdiri atas satu molekul DNA yang sangat panjang dan protein-protein yang terasosiasi dengan DNA tersebut.

kromosom diskret Terdiri atas kromatid-kromatid saudara yang berikatan pada sentromer, berbentuk seperti memiliki empat lengan dengan bagian yang menyempit ditengah.

kromosom homolog Sepasang kromosom dengan panjang, posisi sentromer, dan pola pewarnaan yang sama, memiliki gen-gen untuk karakter yang sama pada lokus yang bersesuaian. Satu kromosom homolog diwarisi dari induk jantan organisme, sedangkan yang satu lagi dari induk betina.

kromosom rekombinan Kromosom yang terbentuk ketika pindah silang mengombinasikan DNA dari dua induk menjadi satu kromosom tunggal.

lempeng metafase Lempeng imajiner yang terletak di tengah-tengah antara kutub-kutub sel dalam metafase.

lokus Lokasi spesifik di sepanjang kromosom tempat gen tertentu berada.

meiosis Sejenis pembelahan sel termodifikasi pada organisme yang bereproduksi secara seksual, terdiri atas dua kali pembelahan sel namun hanya satu kali replikasi DNA. Menghasilkan kromosom separuh dari induknya.

metafase Tahap ketiga mitosis saat spindel sudah lengkap dan kromosom-kromosom melekat ke mikrotubulus pada kinetor serta berjejer di lempeng metafase.

mikrotubulus Batang berongga yang tersusun atas protein-protein tubulin dalam sitoplasma.

mitosis Proses pembelahan inti dalam sel eukariotik yang secara konvensional terbagi menjadi lima tahap. Mitosis mempertahankan jumlah kromosom dengan cara replikasi secara seimbang ke masing-masing nukleus anak.

morfologi Bentuk eksternal suatu organisme.

nukleus Organel yang mengandung kromosom pada sel eukariot.

pindah silang Pertukaran timbal balik materi genetik antara kromatid-kromatid nonsaudara selama profase I meiosis.

profase Tahap pertama mitosis, saat kromatin terkondensasi spindel mitosis mulai terbentuk, dan nukleolus hilang, namun nukleus tetap utuh.

prometaphase Tahap kedua mitosis, ketika kromosom-kromosom diskret yang terdiri atas kromatid-kromatid saudara yang muncul, dan mikrotubulus melekat ke kinetor kromosom.

GLOSARIUM

74

sel diploid Sel yang mengandung dua perangkat kromosom (2n), satu perangkat diwariskan dari tiap induk.

sel eukariot Tipe sel dengan nukleus dan organel-organel yang terselubung oleh membran.

sel haploid Sel yang hanya mengandung seperangkat kromosom (n).

sentrion Struktur dalam sentrosom sel hewan yang terdiri atas silinder-silinder triplet mikrotubulus.

sentromer Bagian terspesialisasi pada kromosom, tempat kedua kromatid saudara melekat paling erat.

sentrosom Struktur yang terdapat dalam sel hewan, penting dalam pembelahan sel berfungsi sebagai pusat pengorganisasian mikrotubulus. Satu kromosom memiliki dua sentriol.

siklus sel Sekuens sel berurutan dari peristiwa-peristiwa yang terjadi di dalam kehidupan sel, mulai dari awal mulanya saat pembelahan sel induk sampai pembelahan sel sendiri menjadi dua. Terdiri atas fase interfase (G₁, S, dan G₂) dan fase M (Mitosis dan Sitokinesis).

sitokinesis Pembelahan sitoplasma sehingga membentuk dua sel anakan yang terpisah segera setelah mitosis, meiosis I, atau meiosis II.

spindel mitosis Sekumpulan mikrotubulus dan protein-protein terkait yang terlibat dalam pergerakan kromosom selama mitosis.

telofase Tahapan mitosis kelima sekaligus sekaligus terakhir, saat nukleus-nukleus anakan terbentuk dan sitokinesis biasanya telah dimulai.

Al-Atsary, Abu I. Choiriyah, U.I. 2017. *Ayat-ayat Allah Pada Tubuh Manusia*. Jakarta : Pustaka Imam Asy-Syafi'i

Alfiyah, Siti. 2018. *Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berbasis Permainan Biodakon Materi Vertebrata Kelas X MA Matholiul Huda Troso Jepara*. Skripsi. Semarang : Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo.

Bahraen, Raehanul. *Catatlah Ilmu Ketrika Di Majelis Ilmu*. (online) Tersedia : <https://muslim.or.id/27761-catatlah-ilmu-ketika-di-majelis-ilmu.html>. tanggal 12 Desember 2018

Campbell, N.A. dkk. 2010. *Biologi, Edisi Kedelapan Jilid 1*. Terjemahan: Damarling Tyas Wulandari. Jakarta: Erlangga.

Elrod, Susan. Stansfield, W.D. 2007. *Schaum's Outlines Genetika Edisi Keempat*. Terjemahan: Damarling Tyas Wulandari. Jakarta: Erlangga.

Klug, W.S. dkk. 2012. *Concept of Genetic Tenth Edition*. Prentice hall, Inc.




Joko Budi Santoso, Laki-laki kelahiran 29 April 1995. Merupakan putra kedua dari tiga bersaudara, putra dari pasangan Bapak Tumijan dan Mamak Suriyah. Telah menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Tambahsari pada tahun 2007. Melanjutkan jenjang pendidikan ke MTsNU u Kisabariman Peron dan lulus pada tahun 2010.

Pendidikan menengah akhir dilalui di SMK YPPM Boja dengan program studi Akuntansi, berhasil lulus pada tahun 2013. Sempat tidak melanjutkan studi selama setahun, laki-laki yang bercita-cita menjadi Guru sejak masih SD ini meberanikan diri untuk mendaftar kuliah prodi Pendidikan di UIN Walisongo Semarang. Ia berhasil diterima dan menjadi mahasiswa Pendidikan Biologi di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Selama kuliah ia bergabung dalam Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Pendidikan Biologi serta ikut serta menjadi Asisten Laboratorium.



Lampiran 24: RPS Biologi Umum

 <p>KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO FAKULTAS IAIN DAN TEKNOLOGI Jurusan/Prodi Pendidikan Biologi Dikembangkan oleh UIN Walisongo Semarang, Jawa Tengah Indonesia</p>				
FORMULIR				
RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)				
No. Dokumen: RPS-PBO-6207	No. Revisi: 001	Halaman: 1	Tanggal Terbit: 1 September 2018	
Mata Kuliah: Biologi Umum	Kode Mata Kuliah: PBO-6207	Semester: 2	Bahan Belajar: 2 sks	Sifat Mata Kuliah: Wajib
Orientasi:	Dosen Pengampu: Sidi Mukhlisoh Setyanati	Koordinator Mata Kuliah (KAIK): Nur Khasanah	Ketua Prodi: Sidi Mukhlisoh Setyanati	Bidang Keahlian: Biologi
Capaian Pembelajaran	Program Studi (CP Prodi) <ol style="list-style-type: none"> Memperoleh konsep <i>epimutualistic</i> dan memahami bagaimana diperoleh untuk memperoleh manfaat dan memperoleh konsep <i>epibiosis</i> serta memahami teras konsep <i>epimutualistic</i> secara umum dan biologi dan lain. Memperoleh dasar-dasar ilmu biologi beserta peranannya dan peranannya yang diperlukan untuk melaksanakan pembelajaran di dalam pendidikan dan penelitian. Memperoleh konsep biologi yang diperlukan untuk mendukung penelitian. Memperoleh konsep dan prinsip dalam biologi serta memahami biologi untuk menerapkan, melaksanakan dan melakukan evaluasi pembelajaran yang berbasis keahliannya. Memperoleh konsep biologi berbasis <i>mutualistic</i> dan <i>epibiosis</i>. 			
Mata Kuliah (CP MK)	<p>Melalui pendekatan <i>mutualistic</i> dan <i>epibiosis</i>, mahasiswa memahami dan melaksanakan secara umum peran penting biologi dalam kehidupan manusia dan masyarakat serta memahami peran biologi dalam kehidupan masyarakat, serta memahami peran biologi dalam kehidupan masyarakat. Mahasiswa ini diharapkan dengan menguasai (1) konsep dasar tentang struktur dan fungsi biologi, yang terdiri atas:</p>			

	<p>segi objek organisasi tingkat kehidupan, dan tempo organisasinya, metode ilmiah dan pendekatan analitis secara induktif maupun deduktif untuk mendapatkan kebenaran temuan yang berupa konsep-konsep, prinsip-prinsip, hukum-hukum, serta teori-teori biologi.</p> <p>(2) Keterampilan dasar menerapkan proses ilmiah melalui latihan laboratorium yang dikaitkan dengan 7 (tujuh) tema persoalan pokok biologi, yaitu a. Keanekaragaman hayati, b. Komplementaritas (salingmelengkapi) antar sistem kehidupan yang saling menunjang, c. Komplementaritas antar struktur dan fungsinya, d. Pewarisan sifat dan kelangsungan hidup, e. Regulasi, f. Perilaku, g. Evolusi.</p>	
Deskripsi Mata Kuliah	<p>Mata Kuliah Biologi Umum merupakan mata kuliah dasar yang mengaitkan dengan ilmu yang lain yang mencakup biologi dan hubungannya dengan ilmu lain dan merupakan bagian dari ilmu biologi, b. metode dan kerangka ilmiah, keanekaragaman makhluk hidup dan konsep pengorganisasian organisme kehidupan (konsep dasar sel, jaringan, organ, dan sistem organ pada makhluk hidup) b. fisiologi dan perilaku, dan sistem biologi, dan sistem biologi, dan sistem biologi pada makhluk hidup, konsep dasar pengendalian sifat, serta interaksi makhluk hidup dan lingkungannya (konsep dasar ekologi).</p>	
Daftar Pustaka	<p>Utama</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Campbell, N. E. A., Mitchell and Reece (1999) <i>Biology: concepts & connections</i> California: the Benjamin Cummings Publishing Company. 2. Campbell, N. E. A., Mitchell and Reece (2010) <i>Biology</i> Jilid 1 & 2 Edisi edelapan, Jakarta: Erlangga 3. Kimball, J. W. (1992). <i>Biologi</i>, Jilid 1 dan 2 edisi revisi oleh Siti Soetarni dan Nawang Sari, Jakarta: Erlangga. 	
	<p>Pendukung</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Buku tema biologi lain yang sesuai 2. Jurnal 3. Referensi yang terkait 	
Media pembelajaran	<p>Software:</p> <p>MSP Excel, MSPowerPoint, Animasi</p>	<p>Hardware:</p> <p>Komputer, LCD Proyektor, White Board</p>
Dosen Pengampu	<p>Siti Nurhidayah Setiawan</p>	

Perte- man ke-	Kemampuan Alahir Tiap Pertemuan	Indikator	Penilaian		Bahankajian/ Materi Pembelajaran	Metode	Konten <i>Unit of Sciences</i>	Pengalaman Belajar	Alokasi Waktu
			Kriteria&Bentuk	Bobot					
11	11. Memahami konsep dasar pewarisan sifat (genetika)	1. Membandingkan paternal dan maternal 2. Mengelompokkan homolog kromosom 3. Mengelompokkan kromosom nonhomolog 4. Mengidentifikasi bagian kromosom 5. Menentukan kromosom saudara dan non-saudara 6. Menentukan kromatid rekombinan dan parental 7. Menentukan diploid haploid sel 8. Mengurutan fase mitosis 9. Mengidentifikasi dan menguraikan tahapan mitosis 10. Menyebutkan banyaknya replikasi DNA pada Mitosis 11. Menyebutkan banyaknya perubahan pada mitosis 12. Mengidentifikasi jumlah anakan hasil mitosis	Kognitif:Kriteria Ketepatan, penggunaan dan sistematika Bentukon-tes: Presentasi		DasarGenetika	Ceramah interaktif diskusi	Memahami kesempurnaan percipuan mahlukhidup	1. Mendiskusikan konsep hereditas 2. Mendiskusikan dengan contoh konsep hukum mendel dalam pewarisan sifat 3. Mendiskusikan contohhapak terapan genetika	100'

		13. Menghasilkan sifat: anakan hasil Meiosis					
		14. Mendefinisikan tahap Meiosis					
		15. Menguraikan tahapan meiosis					
		16. Mendefinisikan interfas pada meiosis					
		17. Menyebutkan banyaknya replikasi DNA pada Meiosis					
		18. Menyebutkan banyaknya pembelahan pada Meiosis					
		19. Menghasilkan sifat: anakan hasil Meiosis					
		20. Membedakan tahapan pada Meiosis I dan Meiosis II					
		21. Menghasilkan perbedaan Meiosis dengan Mitosis					
		22. Memilih ayat Al-Qur'an yang mempromosikan pewarisan sifat.					

Penilaian :

UTS =30 %

UAS=35 %

Sisipan =10 %

Tugas=25 %

Jenis Tugas :

1. Tugas tertulis/turkafikasi materi
2. Tugas mandiri/ekskahgaji/intah

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : **Joko Budi Santoso**
2. Tempat & Tgl. Lahir : Kendal, 29 April 1995
3. Alamat Rumah : Tambahsari 3/3, Limbangan, Kendal.
HP : 085600203002
E-mail : santosabudi.ymail@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
 - a. SDN Tambahsari, Limbangan, Kendal.
 - b. MTs NU 11 Kisabariman Peron, Limbangan, Kendal.
 - c. SMK YPPM Boja, Kendal.
 - d. UIN Walisongo Semarang
2. Pendidikan Non-Formal:
 - a. PP. Roudlotul Muttaqien Peron, Limbangan, Kendal.
 - b. PP. Al-Iman Tambak Aji, Semarang.

Semarang, 31 Januari 2019

Joko Budi Santoso
NIM : 1403086024